

UNIVERSITE DU QUEBEC

MEMOIRE PRESENTE A  
L'UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES

COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DE LA MAITRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR  
HUGUES VENNE

IMPACT DU MEUNIER NOIR (Catostomus commersoni)  
SUR L'ECOLOGIE ET LE COMPORTEMENT DES JUVENILES DE  
L'ANNEE (0+) DE L'OMBLE DE FONTAINE (Salvelinus fontinalis)

MAI 1991

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

## RESUME

Certains travaux publiés récemment indiquent que la présence du Meunier noir entraîne un déplacement de niche alimentaire des Ombles de fontaine adultes ainsi que des réductions significatives de leur biomasse relative dans des lacs du bouclier laurentien. Le premier objectif de cette étude a été de vérifier l'hypothèse que cette compétition interspécifique s'opère au niveau des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine dans cinq lacs contenant seulement de l'Ombre de fontaine (allopatric) et cinq autres lacs contenant de l'Ombre de fontaine et du Meunier noir (sympatric). Jusqu'à présent, peu d'auteurs ont étudié la biologie des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine en lac en raison des difficultés rencontrées pour les capturer. Le second objectif a donc été d'évaluer différentes méthodes de capture s'appliquant au milieu lacustre. Enfin, comme l'abondance relative des juvéniles de l'année variait beaucoup entre les lacs contenant seulement de l'Ombre de fontaine, le troisième objectif a été d'évaluer les interactions intraspécifiques chez les individus de ce stade.

A l'été 1988, 59 ombles juvéniles ont été capturés à l'aide de filets maillants multifilaments et 10 dans des trappes à alevins. Aucun ombre n'a été capturé dans les pièges lumineux. L'échantillonnage de l'été 1989, réalisé à l'aide de filets maillants mono- et multifilaments, a permis de récolter un peu plus de 500 spécimens.

Nos résultats indiquent qu'en présence du Meunier noir, les juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine étaient significativement moins abondants que ceux vivant en allopatric

et présentaient une distribution verticale différente. Les patrons de distribution horizontale observés étaient similaires dans les deux communautés, et la croissance des ombles n'était pas significativement différente. Les résultats de l'analyse alimentaire démontrent que les ombles juvéniles sympatriques consommaient davantage d'organismes (insectes) terrestres que les ombles allopatriques. Ces résultats suggèrent une relation possible entre l'alimentation et la distribution verticale des ombles. Tout comme au stade adulte, les diminutions d'abondance apparaissent comme étant le résultat d'une compétition passée, située à un niveau antérieur du cycle vital.

Nous avons observé un partage intraspécifique des ressources espace et alimentation des ombles juvéniles de l'année (0+) du lac Bondi. La discrimination sur le plan spatial comprenait un groupe littoral et un groupe pélagique. La diète alimentaire des ombles des deux groupes était similaire en juillet et il n'y avait aucune différence significative au niveau des tailles moyennes. En septembre, les ombles du groupe pélagique consommaient proportionnellement plus de grosses proies que ceux du groupe littoral, et leur taille moyenne était significativement plus élevée. Nous avons aussi observé des différences significatives entre les coefficients de condition des ombles des deux groupes. Par rapport au groupe pélagique, les ombles du groupe littoral présentaient un coefficient de condition supérieur en juillet, et inférieur en septembre. Nous croyons que la grande abondance relative serait à l'origine des interactions intraspécifiques responsables de la ségrégation entre les deux groupes.

## REMERCIEMENTS

J'aimerais, en tout premier lieu, exprimer mes remerciements au Docteur Pierre Magnan pour avoir dirigé mes travaux de maîtrise en Sciences de l'Environnement. Son dynamisme, son professionnalisme de même que sa rigueur scientifique m'ont permis d'acquérir une excellente formation dont je lui sais gré.

Je voudrais aussi remercier les dirigeants et employés de la Réserve faunique de Mastigouche (Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche) pour m'avoir permis de réaliser cette étude, et de séjourner confortablement dans la réserve.

Je tiens également à souligner l'aide de mes collègues du département de chimie-biologie, soit Mesdames Nathalie Gélinas, Elyse Harnois, Michèle Lapointe et Josée Soucie, et Messieurs Jean-Louis Benoit, Richard Couture D.Sc., Lassina Doumbia, Jean-François Duchesne, Pierre East, Alain Fillion, Alain Maire D.Sc. D. Etat, et plus particulièrement Marcel Proulx.

Par la même occasion, je désire exprimer mes remerciements à Messieurs Richard Couture D.Sc. et Réjean Fortin Ph.D. pour leur contribution à la révision du mémoire.

Je remercie enfin le Conseil de Recherche en Sciences Naturelles et en Génie du Canada et le Fonds Commémoratif Orville Erickson de m'avoir consenti, par le biais de programmes de bourses d'excellence, le support financier nécessaire à la poursuite de mes études supérieures.

## TABLE DES MATIERES

	Page
RESUME.....	ii
REMERCIEMENTS.....	iv
TABLE DES MATIERES.....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES ANNEXES.....	xi
1. INTRODUCTION.....	1
1.1 Problématique.....	1
1.2 Revue de littérature.....	4
1.2.1 Méthodes de capture.....	4
1.2.2 Ecologie et comportement des jeunes stades de l'Ombre de fontaine.....	7
1.2.3 Compétition interspécifique impliquant les jeunes stades de développement.....	11
2. MATERIEL ET METHODES.....	13
2.1 Site de l'étude.....	13
2.2 Méthodes de capture.....	15
2.3 Impact du Meunier noir sur l'écologie et le comportement des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine .....	17
2.3.1 Abondance relative et distribution spatiale..	19
2.3.2 Croissance.....	20
2.3.3 Alimentation.....	21
2.3 Interactions intraspécifiques.....	24

3. RESULTATS.....	25
3.1 Méthodes de capture.....	25
3.1.1 Eté 1988.....	25
3.1.2 Eté 1989.....	27
3.2 Impact du Meunier noir sur l'écologie et le comportement des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine (été 1989).....	29
3.2.1 Abondance relative et distribution spatiale..	29
3.2.2 Croissance.....	33
3.2.3 Alimentation.....	33
3.3 Interactions intraspécifiques.....	37
4. DISCUSSION.....	42
4.1 Méthodes de capture.....	42
4.2 Impact du Meunier noir sur l'écologie et le comportement des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine.....	44
4.2.1 Distribution spatiale.....	44
4.2.2 Croissance.....	46
4.2.3 Alimentation.....	47
4.2.4 Interactions interspécifiques.....	51
4.3 Interactions intraspécifiques.....	54
5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	60
6. ANNEXES.....	67

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAUX	Page
<p>1. Caractéristiques générales des lacs étudiés contenant des populations allopatriques et sympatriques d'Ombles de fontaine.....</p>	14
<p>2. Captures de juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine et prises par unité d'effort (nombre de poissons / m<sup>2</sup> · h) à l'aide de filets maillants lors de l'échantillonnage de 1988.....</p>	26
<p>3. Captures de juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine et prises par unité d'effort (nombre de poissons / m<sup>2</sup> · h) à l'aide de filets maillants mono- et multifilaments à mailles étirées de 12.7 et 15.9 mm, été 1989.....</p>	28
<p>4. Distribution verticale des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine dans les communautés allopatrique et sympatrique, été 1989.....</p>	31
<p>5. Tailles moyennes des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine. Valeurs moyennes, écarts types et taille de l'échantillon par campagne d'échantillonnage, été 1989.....</p>	34



6. Tailles moyennes des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine provenant des zones littorale et pélagique du lac Bondi, été 1989.....	38
7. Valeurs moyennes de la longueur, du poids et du coefficient de condition des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine capturés au lac Bondi: valeurs moyennes, écarts types, coefficients de variation et taille de l'échantillon des groupes littoral et pélagique, campagnes de juillet et de septembre, été 1989.....	41

## LISTE DES FIGURES

### FIGURES

Page

1. Schéma représentant la méthode utilisée pour estimer dans quelle strate de profondeur étaient capturés les poissons échantillonnés dans les filets perpendiculaires à la rive.  $d_1$  représente la distance du poisson par rapport à la rive,  $d_2$ , sa position dans la colonne d'eau (distance par rapport au fond) et  $z$ , la profondeur à l'extrémité du filet..... 18
  
2. Distribution spatiale (horizontale) des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine capturés dans les filets perpendiculaires, été 1989. Nombre de captures par unité d'effort ( $m^2 \cdot h$ ) exprimé en pourcentage, en fonction des classes de profondeur. Allopatrique: lacs à Ombre de fontaine; sympatrique: lacs à Ombre de fontaine et Meunier noir..... 32
  
3. Pourcentage moyen du poids des proies retrouvées dans les contenus stomacaux des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine, été 1989. Les lettres C, GP, B et T représentent respectivement les cladocères, les organismes planctoniques de grande taille, le benthos et les organismes terrestres. P représente le poids moyen (mg de poids sec) des contenus stomacaux ( $\pm 1$  erreur type) et  $n$ , le nombre d'estomacs analysés. Allopatrique: lacs à Ombre de fontaine; sympatrique: lacs à Ombre de fontaine et Meunier noir.. 35

4. Distribution des fréquences numériques (%) des proies retrouvées dans les contenus stomacaux des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine provenant des groupes littoral et pélagique du lac Bondi, été 1989. Les lettres C, GP, B et T représentent respectivement les cladocères, les organismes planctoniques de grande taille, le benthos et les organismes terrestres.  $n_1$  représente la taille de l'échantillon (nombre d'estomac),  $n_2$ , le nombre total de proies.....39

5. Extrapolation de la croissance des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine de la communauté allopatrique (Ombres de fontaine seulement) à partir des données de juillet et septembre, été 1989. Les valeurs entre parenthèses expriment la taille de l'échantillon alors que les traits verticaux représentent l'erreur type..... 48

## LISTE DES ANNEXES

### ANNEXES

Page

1. Régressions longueur-largeur de la capsule céphalique et valeurs moyennes utilisées pour remplacer les valeurs manquantes de longueur des différents taxons (proies) retrouvés dans les estomacs. Taxon et provenance (famille, ordre, etc) de la régression et/ou de la moyenne. Les nombres exprimés en exposant correspondent à l'équation de régression au bas du tableau..... 67
2. Distribution verticale des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine dans les communautés allopatrique et sympatrique, été 1989. Résultats détaillés par campagne pour chaque lac..... 69
3. Régressions longueur-poids (spécimens fixés) utilisées pour calculer le coefficient de condition des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine du lac Bondi, été 1989..... 71

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Problématique

Les résultats de recherches obtenus sur 18 lacs de la Réserve faunique de Mastigouche indiquent que la présence du Meunier noir entraîne à la fois un déplacement des niches alimentaire et spatiale des Ombles de fontaine, ainsi que des réductions significatives de leurs biomasse et abondance relatives (Magnan 1988, Tremblay et Magnan 1991, Magnan, en préparation). Bien que ces recherches aient tenu compte des stades juvénile (1+) et adulte (plus de 1 an), Tremblay et Magnan (1991) suggèrent l'existence d'un goulot d'étranglement compétitif entre les jeunes de l'année d'Ombles de fontaine et les Meuniers noirs de moins de 20 cm. Tel que défini par Persson (1987), un goulot d'étranglement compétitif se traduit par une interaction compétitive intense à l'intérieur d'une classe de taille pouvant affecter profondément la structure des tailles et l'abondance de l'ensemble de la population. L'hypothèse de Tremblay et Magnan (1991) est basée sur le fait que les jeunes meuniers s'alimenteraient des mêmes proies que les jeunes ombles de l'année. Ross (1986) prédit que la faible croissance des Ombles de fontaine dans la première année de vie causerait une mortalité hivernale importante et Tremblay et Magnan (1991) suggèrent un effet similaire découlant de la présence d'un compétiteur comme le Meunier noir. Comme la production totale d'Ombles de fontaine est directement reliée à la classe d'âge 0 (Carline 1977), McNicol et Noakes (1984) prétendent que des modifications du comportement général pourraient entraîner des

répercussions significatives au niveau du recrutement d'une population. Il est donc vraisemblable de supposer que les diminutions d'abondance et de biomasse observées chez les Ombles de fontaine adultes, lorsqu'ils vivent en présence du Meunier noir, puissent être le reflet d'interactions entre les jeunes stades. En effet, différentes études (Corbett et Powles 1983, Scott et Crossman 1974, Wurtsbaugh et al. 1975) et des observations préliminaires nous permettent de supposer que les jeunes stades des deux espèces sont retrouvés dans les mêmes habitats, aux mêmes moments et s'alimentent des mêmes types de proies. A cet effet, Werner (1986) déplore le fait que trop longtemps, l'approche conventionnelle des études de communautés a été de considérer des populations comme un ensemble, sans tenir compte de la structure des tailles, c'est-à-dire des différents stades de développement et des changements ontogéniques. A l'exception des mammifères et des oiseaux, la plupart des autres taxons sont caractérisés par un développement ponctué de changements morphologiques et écologiques importants (Werner 1986). De plus, la présence de changements ontogéniques et de compétition interspécifique peut mener à des patrons écologiques fondamentalement différents de ceux prédits par les théories classiques (Osenberg et al. 1988). Il est donc essentiel, dans l'étude de telles communautés, de considérer les différents stades de développement puisque de subtils changements, à un stade particulier, peuvent avoir un effet de cascade et engendrer des modifications importantes à la structure de la communauté (Werner 1986).

La présente étude fait suite aux travaux de Tremblay et

Magnan (1991) qui ont observé un effet de la compétition avec le Meunier noir chez les Ombles de fontaine de plus d'un an. Dans une suite logique, le premier objectif de cette étude a été de vérifier l'impact du Meunier noir sur les ombles dans leur première année de croissance. Plus spécifiquement, notre étude a porté sur les juvéniles de l'année (0+). Par définition, le stade juvénile s'étend de la période où les différents systèmes sont formés jusqu'à la maturation des gonades (Balon 1979). Ce stade ontogénique est caractérisé par la croissance la plus rapide. Nous entendons par juvénile de l'année, les poissons du stade juvénile dans le premier été de croissance (i.e. 0+). L'approche globale a été de comparer cinq populations allopatriques d'Ombles de fontaine avec cinq autres vivant en sympatrie avec le Meunier noir. Cette approche est considérée comme étant des plus valables pour étudier les interactions interspécifiques sur le terrain, dans la mesure où les comparaisons sont basées sur des réplicats de chacune des situations (i.e. allopatrie versus sympatrie) (Diamond 1986, Werner 1986). Une revue détaillée des méthodes utilisées pour étudier les interactions interspécifiques en nature est présentée par Tremblay (1987).

Jusqu'à maintenant, la littérature concernant l'Omble de fontaine compte très peu d'informations traitant des jeunes stades (moins d'un an) en milieu lacustre. Contrairement aux milieux lotiques, où l'écologie de ces stades est relativement bien documentée, la littérature concernant la biologie de l'espèce dans sa première année de croissance en milieu lentique fait place à un vide (G. Power, communication personnelle). Selon toute vraisemblance, les difficultés rencontrées à capturer ces

spécimens seraient à l'origine de ce manque d'informations. Par conséquent, le deuxième objectif de cette étude a été d'évaluer différentes méthodes de captures s'appliquant au milieu lacustre. Comme l'abondance relative des juvéniles de l'année variait beaucoup entre les lacs contenant seulement de l'Ombre de fontaine, le troisième objectif a été d'évaluer les interactions intraspécifiques chez les individus de ce stade. Plus précisément, nous avons tenté de déterminer si les ombles effectuaient un partage des ressources (espace, alimentation) dans les lacs où l'abondance relative était la plus élevée.

## 1.2 Revue de littérature

### 1.2.1 Méthodes de capture

Depuis des siècles, voire des millénaires, la pêche de subsistance a permis de développer et mettre au point une multitude de méthodes de capture adaptées à toutes sortes de milieux. L'apparition des pêches commerciale et scientifique, principalement dans le dernier siècle, a permis de parfaire les connaissances dans le domaine et développer de nouvelles techniques. Or, les développements ont été davantage orientés vers la capture de spécimens de grandes tailles, d'une part pour des fins d'exploitation, et d'autre part parce que les études de populations ont principalement porté sur les stades adultes (Werner 1986). Ce n'est que depuis peu d'années qu'on commence à s'intéresser aux jeunes stades des poissons. Selon le milieu et les espèces en cause, on s'est efforcé d'adapter et de



développer différentes méthodes et techniques appropriées à la capture de spécimens de petite taille. Les lignes qui suivent ne constituent pas une revue exhaustive des moyens de capture mais plutôt un aperçu des méthodes susceptibles d'être efficaces pour les espèces visées par notre étude.

Parmi les méthodes développées, certaines demeurent ce qu'on pourrait qualifier de traditionnelles (seines, filets, bourroles). La seine s'avère être un engin de pêche efficace dans la mesure où l'échantillonnage s'effectue dans des milieux peu profonds (littoral) et que la distribution spatiale des poissons n'est pas un paramètre étudié (Osenberg et al. 1988, Keast et McA Eadie 1985). Dans notre système d'étude (lacs du bouclier Laurentien), le seinage s'avère souvent difficile en raison, soit de la benne trop escarpée du littoral, soit des multiples débris reposant au fond, ou soit de la présence d'éricacées constituant un refuge pour les poissons. De plus, la distribution spatiale constitue un paramètre important de notre étude. La pêche au filet maillant, très efficace chez les poissons de grande taille, peut présenter certaines déficiences chez des spécimens plus petits. En effet, la nécessité d'utiliser de petites mailles peut entraîner un "effet de rideau" susceptible d'être perçu par certaines espèces. Toutefois, des travaux antérieurs (Naud et Magnan 1988, Proulx et Magnan, en prép.) ont démontré que le Ventre rouge du nord (Phoxinus eos) peut être capturé en quantités appréciables avec des filets maillants multifilaments à mailles étirées de 12.7 mm. Les filets maillants ont l'avantage de pouvoir être utilisés dans presque tous les types de milieux. Les auteurs cités précédemment

ont aussi utilisé des nasses à ménés (bourroles) pour capturer la même espèce. Ce type de piège, attractif en raison du pain placé à l'intérieur, n'est efficace que lorsque les espèces visées sont attirées par l'appât. Ni l'Ombre de fontaine ni le Meunier noir ne sont attirés par ce type d'appât (H. Venne et P. Magnan, observations personnelles). Wurtsbaugh et al. (1975) ont travaillé sur la dispersion en lac de l'Ombre de fontaine après émergence. Ils ont obtenu des résultats intéressants en utilisant entre autres des filets à main (angl.: hand net) comme moyen de capture. Utilisée en plongée sous-marine ou de l'extérieur de l'eau, la technique exige que l'on puisse observer les spécimens, et qu'ils soient dans des zones facilement accessibles. Il s'est avéré que notre système d'étude permet difficilement de remplir les deux conditions.

L'utilisation d'une technologie plus récente a permis de mettre au point différents engins et techniques de pêche tels la trappe à alevins, le piège lumineux et la pêche électrique. Utilisée avec succès par certains auteurs (Mark et al. 1987, Wurtsbaugh et al. 1975), la trappe à alevins s'est avérée efficace en milieu littoral peu profond. Cette trappe, comparable à un verveux conventionnel, consiste en une cage de plexiglass pourvue d'ailes formant un entonnoir qui dirige les poissons vers l'intérieur. Le matériau utilisé rend la trappe quasi invisible dans l'eau. L'utilisation de telles trappes en zone plus profonde diminue l'efficacité de pêche en raison de la faible surface couverte par les ailes.

Le piège lumineux, également fabriqué à partir de plexiglass, est basé sur le principe que certains stades de

développement de certaines espèces présentent un tactisme positif envers la lumière. Différents auteurs ont développé et utilisé des pièges lumineux avec efficacité, tant pour la diversité spécifique que pour la taille des échantillons (Floyd et al. 1984a, 1984b, Muth et Haynes 1984, Faber 1981, 1982, 1984). Cette technique peut être utilisée dans pratiquement tous les types de milieux où la transparence est bonne. Toutefois, ce ne sont pas toutes les espèces qui présentent des stades qui réagissent à la lumière. De plus, l'attraction d'invertébrés (Faber 1981, 1982) peut devenir elle-même une source d'attraction pour les poissons, modifier le comportement alimentaire des poissons piégés (H. Venne, observations personnelles), et biaiser une éventuelle analyse de l'alimentation.

Apparue dans les années 60, la pêche électrique a connu un succès grandissant au cours des années, remplaçant l'utilisation de méthodes plus traditionnelles. Cette technique est devenue de nos jours un outil employé dans une multitude d'études (Bohlin et al. 1989). Quoique surtout utilisé en rivière, la pêche électrique peut s'avérer être un moyen de capture efficace dans la mesure où la profondeur n'excède pas un mètre (Bohlin et al. 1989, Sandlund et al. 1988).

#### 1.2.2 Ecologie et comportement des jeunes stades de l'Ombre de fontaine

Après l'éclosion, les embryons d'Ombre de fontaine libres séjournent dans le gravier jusqu'à la résorption du sac vitellin (Scott et Crossman 1974, Power 1980). Un phototactisme négatif

ainsi que l'absence de gaz dans la vessie natatoire (flottabilité négative) leur permettraient de demeurer à l'abri dans le substrat de gravier (Power 1980). L'émergence du substrat est marquée par un phototactisme positif. Il semble que peu importe l'intensité lumineuse, la période d'émergence débute environ 21 jours après l'éclosion et dure de 8 à 10 jours (Carey 1985). D'après cet auteur, la lumière n'agirait pas seulement comme un facteur d'orientation mais pourrait initier l'émergence à partir du moment où la réponse à ce facteur devient positive. L'inversion du phototactisme pourrait représenter une transition fonctionnelle entre les stades embryonnaire et larvaire dans l'ontogénie des salmonidés et ce, en accord avec la théorie saltatoire de Balon (1979).

L'étude de Wurtsbaugh et al. (1975) démontre que les larves se distribuent dans le milieu de façon contagieuse à partir du point d'émergence. Il semble que cette distribution soit influencée par le couvert disponible (protection et productivité des microhabitats) et par la présence de sources d'eau froide permettant d'obtenir un préférendum thermique en zone littorale peu profonde (Wurtsbaugh et al. 1975). Ces mêmes auteurs ont observé que les larves de moins de 30 mm se retrouvaient généralement à une distance inférieure à 20 cm de la rive et que tous les spécimens, indépendamment de la taille, étaient retrouvés en zone littorale à des profondeurs de moins de 2 m. Ils suggèrent aussi que la distribution contagieuse pourrait être causée par un manque de dispersion après la migration initiale, ce qui expliquerait également les plus fortes abondances de larves près des zones de fraie.

Le comportement territorial rencontré chez cette espèce peut aussi expliquer une certaine part de la distribution des larves à une échelle plus fine. Selon McNicol et Noakes (1984), les larves commencent à défendre des territoires peu de temps après l'émergence en rivière. Associée principalement à l'alimentation, la défense de territoire implique un rapport coût-bénéfice présumément avantageux pour l'individu. Ce comportement semble surtout lié à l'apport de nourriture provenant en majeure partie de la dérive d'organismes en milieu lotique (McNicol et al. 1985), d'où l'importance d'une position stratégique dans l'habitat. En lac, ce comportement serait moins susceptible de se produire en raison de la distribution contagieuse de la ressource qui implique une recherche active (Magnan et FitzGerald 1984). Selon Grant et Noakes (1988), les individus devant se déplacer pour se nourrir exploitent une ressource non défendable. Même s'il est difficile à l'expliquer, il n'est pas exclu que ce comportement soit susceptible de se manifester en milieu lacustre (Grant et Noakes 1987, Magnan et FitzGerald 1984).

Dans ce même type de milieu, Wurtsbaugh et al. (1975) ont observé une alimentation principalement benthique de la part des individus de moins d'un an. D'un point de vue gravimétrique, la ressource benthique était suivie en importance par les organismes terrestres puis limnétiques, bien que ces derniers représentaient la majeure partie des organismes ingérés en nombre (Wurtsbaugh et al. 1975). Les auteurs ont aussi noté que les larves inférieures à 30 mm pouvaient se nourrir considérablement de copépodes quand les densités étaient élevées. Tout comme chez les adultes (Tremblay et Magnan 1991), il semble que les individus de

l'année exercent une certaine sélection du type et de la grosseur des proies (McNicol et al. 1985). Cette sélection commencerait dans les premières semaines suivant le début de l'alimentation (stade larvaire) et serait principalement basée sur la taille des proies disponibles (Fahy 1980). En milieu lacustre, l'alimentation serait principalement conditionnée par la sélectivité alimentaire, la disponibilité de la ressource et la distribution des larves par rapport à celle de la ressource (Mark et al. 1987, Wurtsbaugh et al. 1975).

La majorité des études portant sur la dynamique des populations d'Ombles de fontaine font état d'une mortalité importante dans les premiers mois du cycle biologique (Power 1980). Il semble que le taux de mortalité serait le plus élevé juste après l'émergence et qu'il diminuerait avec une augmentation de la taille (Grant et Noakes 1987). A cet effet, Latta (1962) fait mention d'une mortalité de près de 90 % dans les trois mois suivant l'émergence, pour un taux global de survie à la mi-septembre de 5.2 % (milieu lotique). Shetter (1961), pour sa part, a obtenu des taux de survie variant de 2.7 à 8.8 % (moyenne de 4.7) dans le même type d'environnement. Selon Latta (1962), les causes de mortalité sont difficiles à identifier et peuvent être attribuées à différents facteurs. Chez le Saumon atlantique (Salmo salar), l'insuffisance nutritionnelle serait le principal élément attribuable à la mort des jeunes stades (Gardiner et Geddes 1980). La mortalité peut se produire par inanition chez les jeunes stades, où le métabolisme élevé couplé à une courte période de famine peut avoir une influence déterminante sur la survie (Grant et Noakes 1987, Power 1980,

Gardiner et Geddes 1980). D'un autre point de vue, l'insuffisance nutritionnelle, engendrée par un facteur extérieur tel la présence d'un compétiteur, peut provoquer un ralentissement de croissance dans le premier été, et induire une mortalité hivernale importante. L'atteinte d'une taille minimale serait requise pour survivre à l'hiver (Keading et Osmundson 1988, Rose 1986, Ross 1986, Keast et McA Eadie 1985)

### 1.2.3 Compétition interspécifique impliquant les jeunes stades de développement

De façon générale, l'étendue de la taille des proies augmente en fonction de la taille du prédateur, alors que la taille de la plus petite proie change très peu au cours du développement (Wilson 1975). Une des implications de ce phénomène est que la niche alimentaire des petits prédateurs est souvent incluse dans celle des plus grands, tant aux niveaux intra-qu'interspécifiques (Werner 1986). A cet effet, les travaux de Tremblay et Magnan (1991) ont démontré que le Meunier noir exploite la ressource benthique sans aucune sélection, utilisant les proies selon un patron de taille similaire à celui retrouvé dans la ressource. Cette espèce compétitionne ainsi avec tous les groupes taxonomiques susceptibles de s'alimenter de zoobenthos, peu importe leur taille. Persson (1987) a constaté une forme similaire de compétition entre les stades adulte et juvénile de Perca fluviatilis et le stade adulte de Rutilus rutilus. Cette dernière espèce, présumément plus efficace à exploiter la ressource zooplanctonique, force les jeunes perches,

de l'année à changer leur diète alimentaire (zooplancton vers macroinvertébrés) plus tôt que prévu, augmentant ainsi la compétition intraspécifique. Ainsi, les jeunes perches de l'année sont contraintes de compétitionner avec les individus du stade adulte des deux espèces.

La compétition peut aussi s'exercer seulement au niveau des jeunes stades. En effet, les individus de plusieurs espèces sont souvent contraints d'utiliser les mêmes habitats (par exemple où les risques de prédation sont faibles) et ainsi n'ont pas l'opportunité d'exploiter des ressources différentes (Osenberg et al. 1988, Mark et al. 1987, Schlosser 1987, Mittelback 1984, Keast 1978). Dans de tels contextes, on peut prédire que la compétition alimentaire sera plus importante chez les jeunes stades (Werner 1986). Bien que la forte mortalité chez les jeunes stades fasse partie d'un processus connu, les conséquences d'une restriction au niveau de la ressource alimentaire sur les jeunes stades de développement se traduisent généralement par une mortalité accrue, tel qu'énoncé à la section précédente.

Les lacs sont en plusieurs points comparables aux îles, laissant suggérer de fortes interactions entre les espèces (Werner 1986). Dans ce contexte, l'importance de la compétition alimentaire en tant que force sélective d'une communauté serait davantage liée à la fréquence des périodes de faible abondance des ressources plutôt qu'à un ensemble de conditions environnementales en équilibre (Schoener 1982). Dans l'hypothèse où de telles périodes affectent davantage les jeunes stades, l'impact de la compétition peut provoquer un goulot d'étranglement au niveau du recrutement d'une population (Werner 1986).



## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1 Site de l'étude

Notre système d'étude comprenait dix lacs exploités par la pêche sportive de la Réserve faunique Mastigouche (Mauricie), située à une centaine de kilomètres au nord-ouest de Trois-Rivières, Québec (46° 40' N, 73° 20' O). Les dix lacs sont caractéristiques de lacs oligotrophes des zones tempérées en terme de superficie, profondeur moyenne, conductivité, transparence et stratification thermique (Tableau 1). Les lacs Bondi, Charme, Diablos, Osborn et Vautour contiennent des populations allopatriques d'Ombles de fontaine alors que les lacs Grignon, Joe, Sauterelle, Sans-Nom et Vert abritent des populations sympatriques d'Ombles de fontaine et de Meuniers noirs. Le Ventre rouge du nord (Phoxinus eos), présent dans tous les lacs, constitue une constante qui n'affecte pas significativement les rendements en Ombles de fontaine (Magnan 1988). De plus, la présence du Mulet à cornes (Semotilus atromaculatus) et du Mulet perlé (S. margarita) dans les lacs Grignon, Sauterelle et Vert a été estimée à moins de 1 % de la biomasse totale de poissons présents (P. Magnan, données non publiées). Pour ces raisons, les seules espèces considérées dans cette étude ont été l'Ombre de fontaine et le Meunier noir. Les appellations "allopatriques" (Ombles de fontaine) et "sympatriques" (Ombles de fontaine et Meuniers noirs) seront utilisées en regard de ces deux espèces dans la suite du texte.

Tableau 1. Caractéristiques générales des lacs étudiés contenant des populations allopatriques et sympatriques d'Ombles de fontaine.

Lac	Surface	Profondeur moyenne	Conductivité	Disque de Secchi	Autres espèces de poissons <sup>a</sup>			
	(ha)	(m)	(µS/cm)	(m)	Pe	Cco	Sm	Sa
<u>Allopatrique<sup>b</sup></u>								
Bondi	23.3	8.0	10.5	3.5	X			
Charme	18.1	3.2	9.2	3.7	X			
Diablos	7.8	2.9	10.5	3.7	X			
Osborn	7.8	4.8	12.0	3.4	X			
Vautour	7.3	4.8	12.5	3.6	X			
<u>Sympatrique</u>								
Brignon	25.9	7.8	9.0	5.5	X	X		X
Joe	23.3	ND <sup>c</sup>	ND	ND	X	X		
Sauterelle	7.5	5.3	11.2	4.5	X	X		X
Sans-Nom	13.2	0.8	12.7	1.5	X	X		
Vert	15.5	7.6	11.2	6.7	X	X		X

a: Pe, Ventre rouge du nord (Phoxinus eos); Cco, Meunier noir (Catostomus commersoni); Sa, Mulet perlé (Semotilus margarita); Sa, Mulet à cornes (Semotilus atromaculatus).

b: allopatrique: lacs à Ombles de fontaine; sympatriques: lacs à Ombles de fontaine et Meunier noir (voir texte).

c: non-déterminé

## 2.2 Méthodes de capture

Trois méthodes de capture ont été testées durant l'été de 1988. Nous avons utilisé sept filets maillants multifilaments de 15 m de longueur X 2 m de hauteur, à mailles étirées de 12.7 mm. Ces filets ont été utilisés de façon parallèle et/ou perpendiculaire à la rive. En zone littorale, les filets parallèles à la rive étaient placés dans 2 m d'eau. En zone pélagique, deux filets étaient superposés dans 4 m de profondeur, donnant un filet effectif de 4 m de hauteur X 15 m de longueur couvrant toute la colonne d'eau. Enfin, des filets, seuls ou couplés (15 m ou 30 m), étaient placés perpendiculairement à la rive. De cette façon, la zone échantillonnée correspondait à une bande de 2 m située au-dessus du substrat, de la rive jusqu'à l'extrémité du filet (jusqu'à un maximum de 7 m de profondeur).

Nous avons également fabriqué 30 trappes à alevins conformes au modèle de Bagenal et Braum (1978), à l'exception qu'il y avait deux entrées opposées. Les dimensions de chaque trappe étaient de 30 cm de longueur X 19 cm de hauteur X 16 cm de largeur. Quatre ailes coulissantes de 46 cm de longueur X 19 cm de hauteur étaient installées de façon à pouvoir faire varier la largeur des ouvertures. Les trappes ont été utilisées surtout en milieu littoral à des profondeurs équivalentes à la hauteur de la trappe. A quelques reprises, nous avons disposé les trappes en transects perpendiculaires à la rive, avec les entrées orientées parallèlement au rivage, dans des profondeurs variant de 20 cm à 4 m. Deux lacs à populations allopatriques (Diablos, Vautour) et

trois lacs à populations sympatriques (Sauterelle, Sans-Nom et Vert) ont été échantillonnés avec cet engin de pêche.

Enfin, nous avons fait l'essai de six pièges lumineux adaptés des modèles de Floyd et al. (1984) et de Faber (1981). Nous avons utilisé ces pièges durant la nuit à différentes profondeurs (20 cm à 4 m) et dans deux milieux différents (absence et présence de couvert végétal). La largeur des ouvertures était de 1 cm.

A l'été 1989, nous avons opté pour un échantillonnage aux filets maillants seulement. A cet effet, nous avons triplé l'effort de pêche au filet de 1988 par l'ajout de dix-sept filets maillants monofilaments (0.18 mm de diamètre) de grandeur de mailles étirées de 12.7 mm. Les filets ont été disposés de la façon décrite pour 1988. Toutefois, les montages parallèles au rivage ont été complétés par l'ajout de quatre filets de 15 m X 0.5 m et de trois autres de 15 m X 1 m dans les zones de 0.5 m et 1 m de profondeur respectivement. Au total, nous disposions, en 1989, de trois montages de filets parallèles couvrant l'ensemble de la colonne d'eau à des profondeurs de 0.5, 1, 2, et 4 m et d'un filet excédentaire de 15 m X 0.5 m, pour une superficie totale de 345 m<sup>2</sup>. De plus, nous avons utilisé deux filets de 30 m X 2 m, trois de 15 m X 2 m et un de 10 m X 2 m placés perpendiculairement à la rive (230 m<sup>2</sup>). En septembre (1989), nous avons ajouté un filet maillant monofilament (0.10 mm de diamètre) de 32 m X 1,5 m (48 m<sup>2</sup>) à mailles étirées de 15.9 mm que nous avons disposé de façon perpendiculaire à la rive. Pour des raisons logistiques (filet provenant de Suède) nous n'avons pu utiliser ce filet qu'en fin de projet.

Pour chaque période d'échantillonnage, on notait la provenance exacte des poissons (station, type de filet) ainsi que leurs positions dans la colonne d'eau ( $\pm 5$  cm). L'effort de pêche des filets placés parallèlement à la rive a été comptabilisé en fonction de strates horizontales de 0.5 m. Dans le cas des filets disposés de façon perpendiculaire à la rive, nous avons également noté la distance des spécimens dans les filets par rapport à la rive et la profondeur de l'eau à l'extrémité opposée du filet afin d'estimer dans quelle strate de profondeur les poissons avaient été capturés (Figure 1). A partir des schémas obtenus, nous avons calculé l'effort de pêche (nombre de captures par unité d'effort;  $m^2 \cdot h$ ) en fonction des zones couvertes entre chaque strate de profondeur (i.e. 0 à 1 m, 1 à 2 m, 2 à 3 m, etc). Dans la troisième campagne d'échantillonnage, la majorité des spécimens provenait du filet à mailles de 15.9 mm. Les résultats de distribution spatiale de cette campagne sont donc exclusivement basés sur les captures de ce filet.

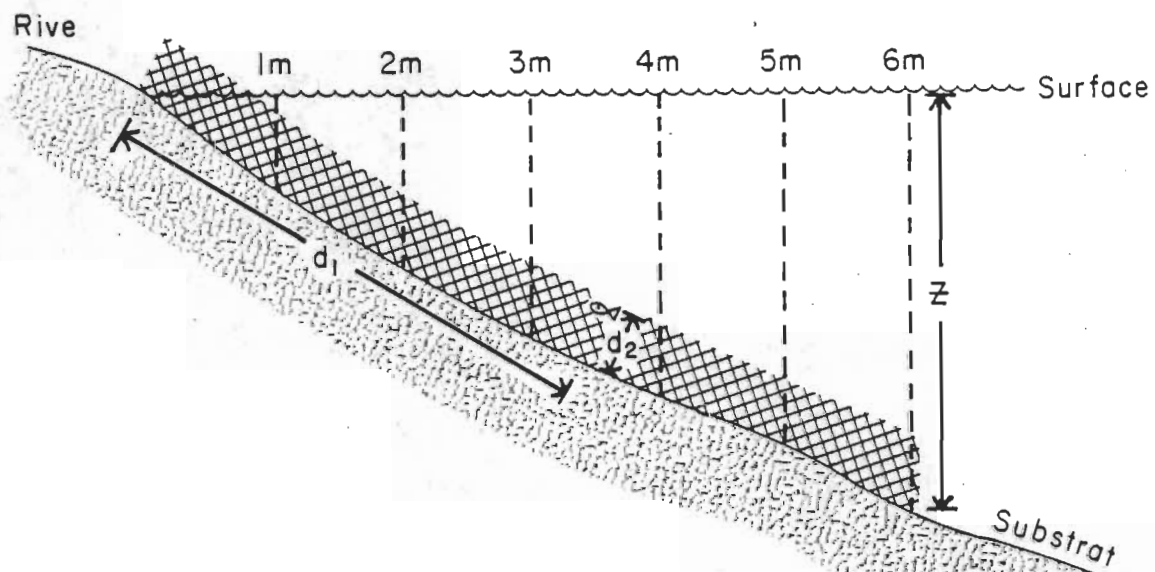
### 2.3 Impact du Meunier noir sur l'écologie et le comportement des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine.

Après avoir évalué différentes méthodes de capture au cours de l'été 1988, nous avons orienté l'échantillonnage de 1989 en fonction des interactions inter- et intraspécifiques. Pour cette raison, les résultats de cette section concernent exclusivement les données obtenues en 1989.

A l'été 1989, la prise de données a été ponctuée de trois campagnes d'échantillonnage d'une période de 10 jours chacune

## FIGURE 1

Schéma représentant la méthode utilisée pour estimer dans quelle strate de profondeur étaient capturés les poissons échantillonnés dans les filets perpendiculaires à la rive.  $d_1$  représente la distance du poisson par rapport à la rive,  $d_2$ , sa position dans la colonne d'eau (distance par rapport au fond) et  $z$ , la profondeur à l'extrémité du filet.



(une journée par lac). La période d'échantillonnage que nous appellerons "juillet" s'est échelonnée du 27 juin au 6 juillet, celle "d'août", du 1<sup>er</sup> au 12 août, et celle de "septembre", du 29 août au 9 septembre 1989. Les dix lacs ont été échantillonnés selon le même design expérimental dans les trois campagnes à l'exception de la dernière où il y a eu l'ajout du filet à mailles de 15.9 mm. Dans chaque lac, les montages de filets parallèles et perpendiculaires étaient installés avant la tombée du jour et relevés après le lever du soleil de façon à couvrir les périodes d'activité des espèces étudiées (Tremblay et Magnan 1991, Power 1980). Des observations faites à l'été 1988 nous ont permis de constater que les captures des jeunes ombles (juvéniles 0+) coïncidaient avec les périodes d'activité des adultes (H. Venne, observations personnelles).

### 2.3.1 Abondance relative et distribution spatiale

Etant donné que l'effort de pêche était comparable en terme de surface d'échantillonnage et de durée de pêche sur chacun des dix lacs, nous avons utilisé les données brutes de capture pour comparer l'abondance relative des Ombles de fontaine entre les deux types de communautés (allopatriques et sympatriques). Nous avons fusionné les données des trois campagnes pour chaque lac et transformé les valeurs obtenues en  $\text{Log}(x + 1)$  de façon à homogénéiser les variances inter-communautés et effectuer une comparaison des moyennes à l'aide du test de t de Student.

Nous avons analysé la distribution verticale des spécimens capturés dans les filets perpendiculaires à la rive en regroupant



les données par communauté, pour chaque campagne d'échantillonnage. Nous avons vérifié l'homogénéité des distributions par communauté à l'aide du test d'hétérogénéité du Chi-carré. Bien que les trois échantillons de la communauté allopatrique ne provenaient pas d'un groupe homogène ( $X^2 = 23.58$ ,  $p < 0.001$ ), il semble que le faible échantillon de la deuxième campagne explique ce résultat. Pour cette raison, nous avons tout de même fusionné les échantillons dans le but de comparer la distribution verticale des deux communautés au moyen d'un tableau de contingence. La distribution verticale à l'intérieur de chacune des communautés a, quant à elle, été vérifiée à l'aide d'un test du Chi-carré.

Le même type de comparaison n'a pu être effectué pour les filets parallèles à la rive en raison de l'absence de données en sympatrie ( $n = 1$ ). En allopatrie, seul le lac Bondi a fait l'objet d'analyses statistiques, le nombre de données sur les autres lacs étant insuffisant.

### 2.3.2 Croissance

La longueur totale a été mesurée au millimètre près sur les spécimens préservés au formol 10 %. Etant donné le faible nombre de spécimens récoltés en sympatrie, la comparaison de la croissance des ombles entre les deux communautés a été effectuée sur une base de fusionnement. Les données des cinq lacs de chaque communauté ont été regroupées par campagne d'échantillonnage. Un test de  $t$  a été utilisé pour vérifier les différences au niveau de la taille des spécimens entre les deux communautés pour

chacune des trois campagnes d'échantillonnage.

Nous avons également comparé la croissance des populations allopatriques (à l'exception du lac Osborn;  $n = 3$ ) de façon à vérifier la variation inter-lac à l'intérieur de la communauté. Pour ce faire, nous avons utilisé une analyse de variance à un critère de classification suivi d'un test de Student Newman Keuls pour comparer les valeurs moyennes des quatre lacs pour les campagnes 1 et 3. L'homogénéité des variances a été préalablement vérifiée à l'aide d'un test de  $F_{max}$  (Sokal et Rohlf 1981). Les données de la deuxième campagne n'ont pas été retenues en raison du nombre insuffisant de données.

### 2.3.3 Alimentation

L'analyse des contenus stomacaux a été effectuée sur la majorité des spécimens capturés en 1988 et 1989. Toutefois, dans le cas où un échantillon (lac - date) excédait 40 ombles, nous avons procédé à l'analyse des 20 spécimens distribués le plus près de la rive et des 20 autres distribués le plus loin de la rive, de façon à vérifier s'il y avait une relation entre la distribution spatiale des individus et leur alimentation. Les spécimens ayant un estomac vide n'étaient pas comptabilisés dans ce nombre. L'analyse des contenus stomacaux de l'échantillon de la troisième campagne de 1989 a été effectuée uniquement sur les spécimens provenant du filet à mailles de 15.9 mm parce que la plupart des spécimens échantillonnés provenaient de ce filet.

Sur le terrain, chaque spécimen était préservé individuellement dans une solution de formol 10 %. Pour l'analyse des

contenus stomacaux, nous avons utilisé la partie du tractus digestif comprise entre l'oesophage et la valve pylorique (Magnan et FitzGerald 1982). Les proies retrouvées ont été identifiées à la famille ou à l'ordre dans la mesure où cela était possible. Chaque proie a été mesurée (longueur et largeur de la capsule céphalique) à l'aide d'un oculaire gradué monté sur une loupe binoculaire. De cette façon, la longueur des organismes brisés ou incomplets a pu être estimée à l'aide de régressions longueur-largeur de la capsule céphalique. Ces régressions ont été calculées pour les différents stades d'insectes sur l'ensemble des échantillons de 1988 et 1989. Elles ont été calculées soit par famille, soit par regroupement d'insectes du même stade d'un même ordre, soit par regroupement fonctionnel d'insectes provenant d'ordres différents (ex.: organismes terrestres). Ces regroupements ont été formés dans le but d'obtenir des échantillons assez grands et/ou des coefficients de détermination ( $r^2$ ) significatifs. Dans les cas où ni la longueur ni la largeur de la capsule céphalique n'étaient disponibles, les valeurs manquantes (longueur) ont été remplacées par les longueurs moyennes calculées sur les données brutes de l'ensemble de l'échantillon de 1989, pour chaque taxon. Les détails de ces transformations ainsi que les équations de régression longueur-largeur de la capsule céphalique qui ont été utilisées sont présentés à l'Annexe 1. L'absence d'une régression significative pour les pupes de Culicidae nous a contraint à n'utiliser que des valeurs moyennes pour ce taxon. A quelques exceptions près, les longueurs moyennes ont été calculées par lac et par campagne d'échantillonnage. La même procédure a été utilisée pour les

cladocères. Toutefois, le calcul de la longueur moyenne a été effectué sur le genre Daphnia pour remplacer l'ensemble des valeurs manquantes des cladocères (à l'exception du genre Eurycerus assez abondant et bien conservé). Nous expliquons ce choix par la dominance de Daphnia (67%) dans l'alimentation des ombles. Les débris de végétaux, de poissons et d'insectes ainsi que les grains de sable ont été exclus de l'analyse alimentaire en raison de l'impossibilité à quantifier leur longueur et du faible pourcentage qu'ils représentaient dans l'échantillon total.

Nous avons utilisé des régressions longueurs-poids secs de façon à attribuer un poids à chaque proie consommée (P. Magnan, données non publiées disponibles sur demande).

Les estimations du poids des proies nous ont permis de comparer la diète de chaque population en utilisant la méthode du pourcentage moyen du poids des proies (Hyslop 1981) qui présente plusieurs avantages sur les méthodes des fréquences d'apparition et numérique (Wallace 1981). Pour les fins de cette analyse, les taxons ont été fusionnés par grand groupe fonctionnel, soit les petits organismes planctoniques (cladocères), les grands organismes planctoniques (pupes de diptères, larves de Chaoboridae et Gammaridae), les organismes benthiques et les organismes dits terrestres (i.e. allochtones). Sur l'ensemble des dix lacs étudiés, les lacs Osborn (population allopatrique), Joe, Sauterelle, Sans-Nom et Vert (populations sympatriques) n'ont pas été retenus pour l'étude de l'alimentation en raison du faible nombre d'échantillons qu'ils présentaient.

#### 2.4 Interactions intraspécifiques

Nous avons comparé la croissance des individus des groupes "littoral" et "pélagique" du lac Bondi à l'aide d'un test de t. L'analyse alimentaire a été réalisée de la même façon que sur la base inter-communautés (Voir section 2.3.3). Toutefois, la comparaison entre les deux groupes (littoral et pélagique) a été effectuée sur la base de fréquences numériques. Les coefficients de condition des ombles des deux groupes, pour juillet et septembre (absence de données en zone pélagique pour le mois d'août), ont été calculés selon la méthode de Bagenal et Tesch (1978). En raison des différences entre les longueurs des ombles échantillonnés en juillet et en septembre, nous avons opté pour l'équation du coefficient de condition qui utilise la pente (b) de la relation longueur (l) - poids (w), soit:

$$K' = \frac{100w}{l^b}$$

Les calculs ont été effectués à partir de spécimens provenant des filets à mailles de 12.7 mm pour l'échantillon de juillet. Les coefficients de condition de l'échantillon de septembre ont été calculés à partir des spécimens capturés dans le filet à mailles de 15.9 mm seulement. Par conséquent, les valeurs de longueurs utilisées dans le calcul du coefficient de condition diffèrent de celles utilisées pour comparer la croissance des deux groupes. Les valeurs des pentes provenant des régressions longueur-poids utilisées dans le calcul du coefficient de condition ne présentaient pas de différences significatives, tel que déterminé par une analyse de covariance (Sokal et Rohlf 1981) (Annexe 3).

### 3. RESULTATS

#### 3.1 Méthodes de capture

##### 3.1.1 Eté 1988

Les sept filets maillants multifilaments utilisés nous ont permis de capturer au total 59 ombles juvéniles (0+) (Tableau 2). Quatre-vingt-un pourcent des spécimens capturés dans les filets perpendiculaires à la rive se trouvaient dans la classe de profondeur 0-1 m, les autres ayant été capturés à des profondeurs excédant 1 m. Dans les montages de filets parallèles à la rive, 56 % des ombles ont été capturés dans les filets de 2 m de profondeur comparativement à 44 % dans les filets de 4 m. Pour l'ensemble des filets parallèles, près de 88 % des spécimens ont été capturés à moins de 0.5 m du fond.

En allopatrie, les trappes à alevins ont contribué à la capture de 10 ombles, dont un échantillon de 7 ombles provenant d'une seule trappe en début de saison, pour un nombre de captures par unité d'effort de 0.0081 omble/trappe · h. En sympatrie, l'équivalent de 97 trappes pour 198.5 heures d'échantillonnage n'ont pas permis de capturer un seul omble.

Les essais effectués avec les pièges lumineux sur sept lacs différents pendant neuf nuits d'échantillonnage n'ont permis la capture d'aucun omble.

Tableau 2. Captures de juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine et prises par unité d'effort (nombre de poissons /  $m^2 \cdot h$ ) à l'aide de filets maillants multifilaments lors de l'échantillonnage de 1988.

Lac	Date	Captures
<u>Parallèles à la rive</u>		
Diablos	25 juin - 16 juillet	10 (.0008)
Charme	25 juin - 16 juillet	15 (.0060)
Osborn	25 juin - 16 juillet	1 (.0004)
Bondi	25 juin - 16 juillet	1 (.0004)
<u>Perpendiculaires à la rive</u>		
Diablos	11 - 16 juillet	16 (.0107)
Diablos	25 - 29 juillet	13 (.0024)
Diablos	8 - 13 août	3 (.0005)

### 3.1.2 Eté 1989

La majorité des captures (90%) provenait des filets perpendiculaires à la rive (Tableau 3). Si on compare les filets de même grandeur de mailles (12.7 mm), cette valeur était ramenée à 84 %. Des 16 % d'individus capturés dans les filets parallèles à la rive, 62 % provenaient de l'échantillon de la première campagne du lac Bondi (Tableau 3). Les différences observées entre les captures par unité d'effort des filets parallèles et perpendiculaires étaient d'autant plus importantes compte tenu de la plus grande surface que couvraient les filets parallèles. La comparaison entre les filets perpendiculaires à la rive mono- et multifilaments de même grandeur de mailles (12.7 mm) démontre que 75 % des captures provenaient des filets multifilaments. En terme de captures par unité d'effort, cette différence était d'autant plus marquée en raison de la plus grande surface couverte par les filets monofilaments (Tableau 3). Avec une surface de 48 m<sup>2</sup>, le filet monofilament à mailles de 15.9 mm, placé perpendiculairement à la rive, a englobé 87 % des captures de la troisième campagne. A la même campagne, l'ensemble des autres filets à mailles de 12.7 mm couvrait une superficie de 575 m<sup>2</sup>.



Tableau 3. Captures de juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine et prises par unité d'effort (nombre de poissons / m<sup>2</sup> · h) à l'aide de filets maillants mono- et multifilaments à mailles étirées de 12.7 et 15.9 mm, été 1989.

Lac	Parallèles à la rive			Perpendiculaires à la rive			
	Multi. (12.7)	Mono. (12.7)	Total	Multi. (12.7)	Mono. (12.7)	Total	Mono. (15.9)
<u>Juillet</u>							
<u>Allopatrique<sup>a</sup></u>							
Bondi	8 (.0051)	23 (.0052)	31 (.0051)	62 (.0656)	29 (.0245)	91 (.0427)	---- <sup>b</sup>
Diablos	0	4 (.0010)	4 (.0007)	16 (.0162)	9 (.0073)	25 (.0113)	----
Charme	3 (.0028)	2 (.0007)	5 (.0012)	28 (.0380)	8 (.0089)	36 (.0220)	----
Osborn	0	0	0	0	0	0	----
Vautour	1 (.0007)	0	1 (.0002)	11 (.0118)	3 (.0031)	14 (.0073)	----
<u>Sympatrique</u>							
Brignon	0	0	0	1 (.0012)	0	1 (.0005)	----
Joe	0	0	0	1 (.0009)	0	1 (.0005)	----
Sans-Nom	0	0	0	1 (.0010)	0	1 (.0005)	----
Sauterelle	0	0	0	2 (.0017)	0	2 (.0008)	----
Vert	0	0	0	0	0	0	----
<u>Août</u>							
<u>Allopatrique</u>							
Bondi	0	1 (.0002)	1 (.0002)	31 (.0255)	6 (.0044)	37 (.0144)	----
Diablos	0	0	0	1 (.0013)	1 (.0009)	2 (.0010)	----
Charme	0	0	0	6 (.0073)	2 (.0020)	8 (.0043)	----
Osborn	0	0	0	0	0	0	----
Vautour	0	1 (.0003)	1 (.0002)	1 (.0012)	2 (.0024)	3 (.0018)	----
<u>Sympatrique</u>							
Brignon	0	0	0	21 (.0213)	2 (.0015)	23 (.0101)	----
Joe	0	0	0	0	0	0	----
Sans-Nom	0	0	0	0	0	0	----
Sauterelle	0	0	0	0	0	0	----
Vert	0	0	0	0	0	0	----
<u>Septembre</u>							
<u>Allopatrique</u>							
Bondi	1 (.0006)	4 (.0009)	5 (.0008)	8 (.0075)	2 (.0015)	10 (.0042)	65 (.1009)
Diablos	0	0	0	2 (.0019)	0	2 (.0009)	27 (.0458)
Charme	0	1 (.0002)	1 (.0001)	1 (.0011)	0	1 (.0004)	66 (.1294)
Osborn	0	0	0	1 (.0011)	0	1 (.0004)	2 (.0033)
Vautour	0	0	0	2 (.0023)	1 (.0009)	3 (.0016)	8 (.0132)
<u>Sympatrique</u>							
Brignon	0	1 (.0002)	1 (.0002)	3 (.0025)	0	3 (.0012)	20 (.0311)
Joe	0	0	0	0	0	0	0
Sans-Nom	0	0	0	0	0	0	2 (.0032)
Sauterelle	0	0	0	0	0	0	0
Vert	0	0	0	0	0	0	0

a: allopatrique: lacs à Ombre de fontaine; sympatrique: lacs à Ombre de fontaine et Meunier noir (voir texte).

b: filet non disponible à ces dates d'échantillonnage.

### 3.2 Impact du Meunier noir sur l'écologie et le comportement des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine (été 1989)

En raison du faible nombre de captures d'Ombres de fontaine obtenu dans les lacs contenant du Meunier noir, la comparaison allopatrique-sympatrique a été effectuée soit sur la base de fusion des données, soit en comparant la communauté allopatrique avec la communauté sympatrique du lac Grignon où l'échantillon était plus appréciable. Certaines interprétations concernant l'écologie de l'Ombre de fontaine ont été basées uniquement sur la communauté allopatrique.

#### 3.2.1 Abondance relative et distribution spatiale

Les Ombres de fontaine étaient significativement plus abondants dans les communautés allopatriques ( $45.34 \pm 3.82$ , inverse log (x+1)) que dans les communautés sympatriques ( $3.11 \pm 3.82$ , inverse log (x+1)) ;  $t = 2.511$ ,  $p < 0.005$  (Tableau 3).

A l'exception de l'échantillon de la première campagne de la communauté sympatrique, la distribution verticale des ombres n'était pas uniforme dans la colonne d'eau, les poissons étant davantage associés au premier 0.5 m du fond (Allopatrique: juillet:  $X^2 = 203.02$ ,  $p < 0.001$ ,  $n = 131$ ; août:  $X^2 = 20.88$ ,  $p < 0.001$ ,  $n = 35$ ; septembre:  $X^2 = 382.95$ ,  $p < 0.001$ ,  $n = 160$ ; Sympatrique: juillet:  $X^2 = 6$ ,  $0.10 < p < 0.25$ ,  $n = 2$ ; août:  $X^2 = 22.52$ ,  $p < 0.001$ ,  $n = 25$ ; septembre:  $X^2 = 15.95$ ,  $p < 0.005$ ,  $n = 19$ ). De plus, la présence de Meunier noir avait un effet significatif sur la distribution verticale des ombres, une moins

grande proportion des ombles sympatriques étaient retrouvés près du substrat ( $X^2 = 19.9$ ,  $p < 0.001$ ) (Tableau 4). De façon globale, 83 % des individus capturés dans les filets perpendiculaires à la rive étaient retrouvés à moins de 0.5 m du substrat en allopatrie, comparativement à 64 % en sympatrie (Tableau 4). Dans les filets parallèles à la rive, près de 92 % des spécimens échantillonnés en allopatrie ont été capturés à moins de 0.5 m du substrat. Seul le lac Bondi ( $n = 37$ ), présentait des spécimens au-delà de cette strate de profondeur bien que la majorité de ceux-ci étaient associés au premier 0.5 m du fond ( $X^2 = 25$ ,  $p < 0.001$ ).

En juillet, la distribution horizontale des ombles allopatriques n'apparaissait pas uniforme d'un lac à l'autre (Figure 2). On observait deux modes bien distincts dans la distribution des poissons en fonction de la profondeur au lac Bondi alors que les autres lacs présentaient des distributions plutôt unimodales. À l'exception du lac Charme, les spécimens étaient plus abondants dans les zones 0-1 m et 1-2 m.

En août, les patrons de distribution étaient similaires à ceux de juillet. Près de 93 % des spécimens ont été capturés dans des zones inférieures à 2 m d'eau (Figure 2).

En septembre, à l'exception du lac Charme, on pouvait remarquer un certain déplacement des ombles vers de plus grandes profondeurs (Figure 2). Les spécimens capturés à l'aide de filets perpendiculaires à mailles de 12.7 mm étaient essentiellement retrouvés dans des zones inférieures à 2 m de profondeur.

En sympatrie, on observait des tendances générales comparables à celles de la communauté allopatrique (Figure 2).

Tableau 4. Distribution verticale des juvéniles de l'année (0+) de l'Omble de fontaine dans les communautés allopatrique et sympatrique, été 1989.

Communautés	Classes de profondeur (m)				Total
	0 - .5	.5 - 1	1 - 1.5	1.5 - 2	
Allopatrique <sup>a</sup>	271 <sup>b</sup>	28	15	12	326
Sympatrique	32	9	9	0	50
Total	303	37	24	12	376

a: allopatrique: lacs à Omble de fontaine; sympatrique: lacs à Omble de fontaine et Meunier noir.

b: les résultats détaillés (par campagne pour chaque lac) sont présentés à l'annexe 2.

## FIGURE 2

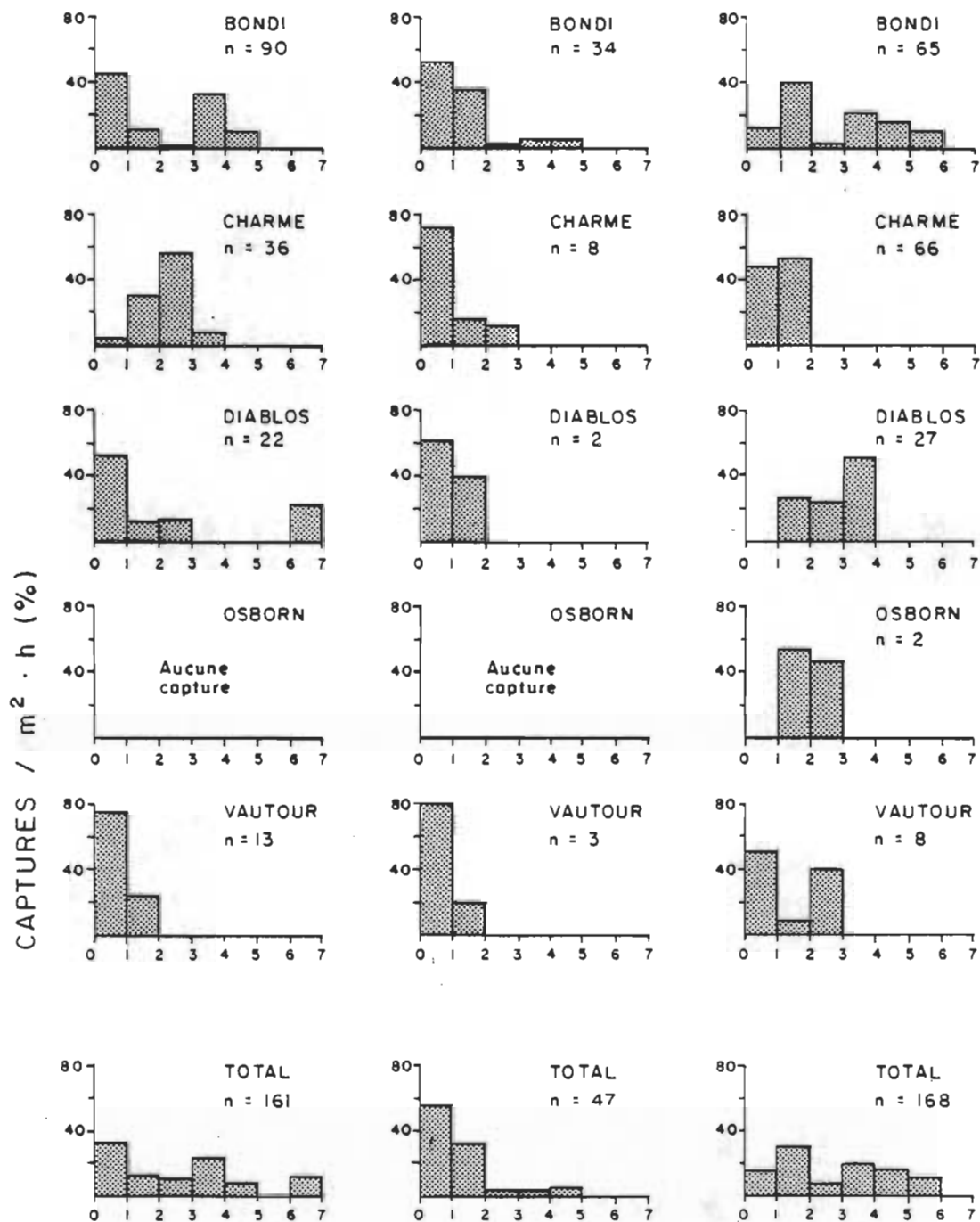
Distribution spatiale (horizontale) des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine capturés dans les filets perpendiculaires à la rive, été 1989. Nombre de captures par unité d'effort ( $m^2 \cdot h$ ) exprimé en pourcentage, en fonction des classes de profondeur. Allopatrique: lacs à Ombre de fontaine; sympatrique: lacs à Ombre de fontaine et Meunier noir.

JUILLET

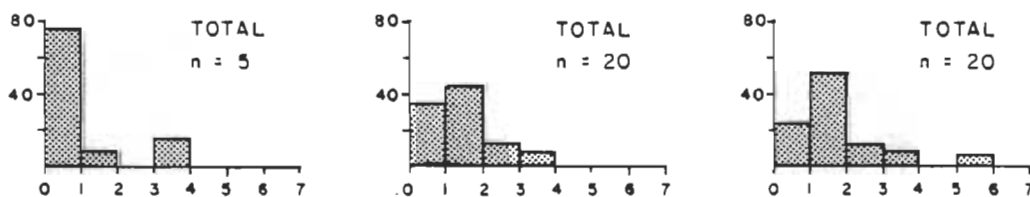
AOÛT

SEPTEMBRE

## COMMUNAUTÉS ALLOPATRIQUES



## COMMUNAUTÉ SYMPATRIQUE



CLASSES DE PROFONDEUR (m)

### 3.2.2 Croissance

Sur la base d'une fusion des lacs des deux communautés par campagne d'échantillonnage, il n'y avait pas de différence significative dans la croissance des ombles allopatriques et sympatriques (1ere campagne:  $t = 0.20$ ,  $p = 0.852$ ; 2e campagne:  $t = 1.28$ ,  $p = 0.208$ ; 3e campagne:  $t = 0.36$ ,  $p = 0.722$ ) (Tableau 5). La comparaison effectuée par campagne entre les quatre lacs allopatriques nous a cependant démontré qu'il existe une variation inter-lacs dans la croissance. Dans la première campagne, les ombles du lac Charme se démarquaient de ceux des trois autres populations avec une taille moyenne inférieure de l'ordre de 1.1 à 2.4 mm ( $F = 3.83$ ,  $p < 0.01$ ). Cette différence, plus marquée à la troisième campagne voyait le groupe des quatre lacs scindé en deux; les ombles des lacs Charme et Diablos présentaient alors des tailles moyennes significativement plus élevées que ceux des lacs Bondi et Vautour ( $F = 7.87$ ,  $p < 0.0001$ ) (Tableau 5).

### 3.2.3 Alimentation

Sur l'ensemble des trois campagnes d'échantillonnage, les ombles allopatriques s'alimentaient à divers degrés de cladocères, de grands organismes planctoniques et de benthos, alors que les organismes terrestres étaient rares (Figure 3). Au début de la saison, les organismes benthiques semblaient constituer une part importante de la diète. Les cladocères étaient consommés en fortes proportions dans les lacs Bondi et

Tableau 5. Tailles moyennes des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine, été 1989. Valeurs moyennes, écarts types et taille de l'échantillon par campagne d'échantillonnage.

Communautés									
Allopatrique <sup>a</sup>					Sympatrique				
Lac	Camp.	$\bar{X}$ (mm)	$\pm 1S$	n	Lac	Camp.	$\bar{X}$ (mm)	$\pm 1S$	n
Bondi	1	60.226	2.935	115	Grignon	1	57.000	--	1
	2	60.750	3.790	36		2	63.227	4.058	22
	3	75.443	8.230	79		3	76.667	7.767	24
Charne	1	59.077	2.599	39	Joe	1	61.000	--	1
	2	65.500	2.928	8		2	--	--	0
	3	80.210	7.111	62		3	--	--	0
Diablos	1	61.464	2.659	28	Sans-Nom	1	57.000	--	1
	2	68.500	.707	2		2	--	--	0
	3	82.143	10.783	28		3	84.500	3.536	2
Osborn	1	--	--	0	Sauterelle	1	64.000	5.657	2
	2	--	--	0		2	--	--	0
	3	71.333	4.726	3		3	--	--	0
Vautour	1	60.533	3.563	15	Vert	1	--	--	0
	2	61.750	.957	4		2	--	--	0
	3	72.400	7.106	10		3	--	--	0
Total	1	60.198	2.948	197	Total	1	60.600	4.506	5
	2	61.900	4.052	50		2	63.227	4.058	22
	3	77.863	8.716	182		3	77.269	7.780	26

a: allopatrique: lacs à Ombre de fontaine; sympatrique: lacs à Ombre de fontaine et Meunier noir.



## FIGURE 3

Pourcentage moyen du poids des proies retrouvées dans les contenus stomacaux des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine, été 1989. Les lettres C, GP, B et T représentent respectivement les cladocères, les organismes planctoniques de grande taille, le benthos et les organismes terrestres. P représente le poids moyen (mg de poids sec) des contenus stomacaux ( $\pm 1$  erreur type) et n, le nombre d'estomacs analysés. Allopatrique: lacs à Ombre de fontaine; sympatrique: lacs à Ombre de fontaine et Meunier noir.

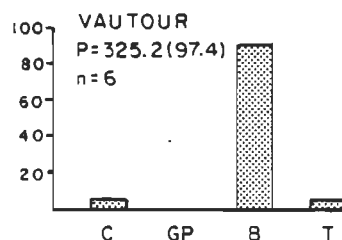
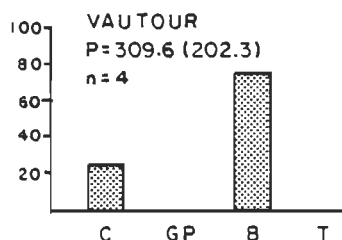
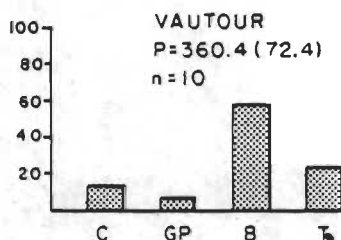
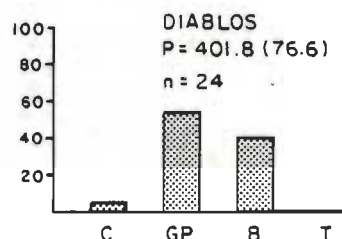
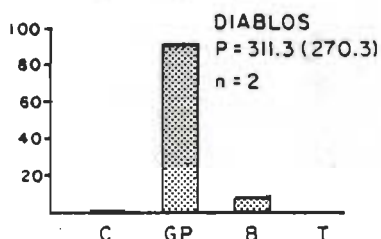
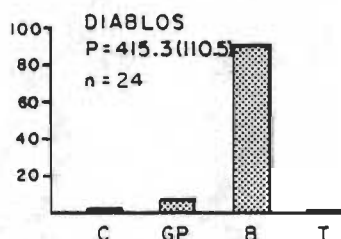
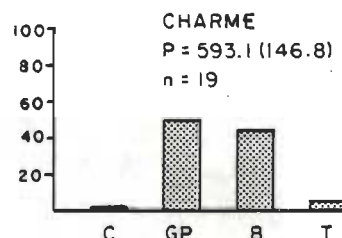
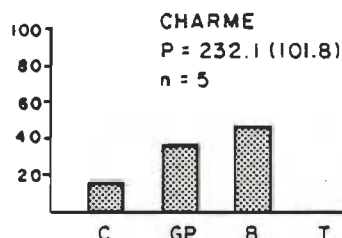
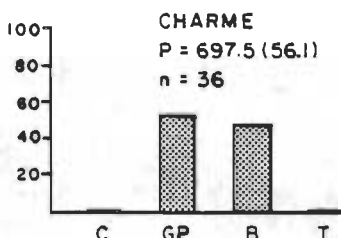
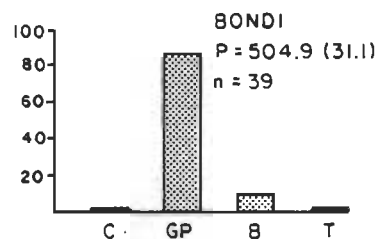
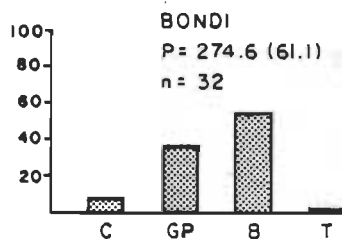
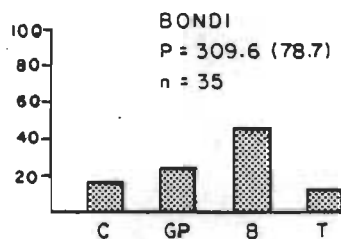
JUILLET

AOÛT

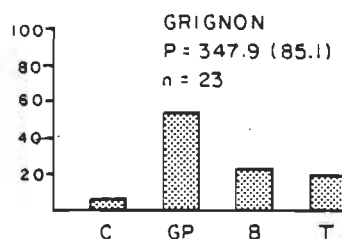
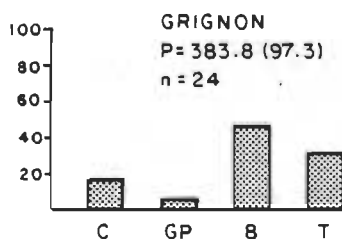
SEPTEMBRE

## COMMUNAUTÉS ALLOPATRIQUES

POURCENTAGES MOYENS DU POIDS DES PROIES



## COMMUNAUTÉ SYMPATRIQUE



TYPES DE PROIES

Vautour alors qu'ils étaient presque absents dans les deux autres lacs. Les organismes planctoniques de grande taille, relativement importants au lac Bondi, représentaient la principale source alimentaire des ombles du lac Charme. Seul le lac Vautour présentait un pourcentage appréciable d'organismes terrestres. En août, les ombles du lac Bondi présentaient un patron d'alimentation comparable à juillet. Aucune interprétation de l'alimentation des ombles des trois autres lacs ne peut être faite en raison de la faible taille des échantillons. Dans la troisième campagne, on observait un patron comparable pour les lacs Bondi, Charme et Diablos où les organismes planctoniques de grande taille dominaient l'alimentation des ombles. Ceux du lac Vautour (n = 6) faisaient exception en s'alimentant presque exclusivement d'organismes benthiques.

En comparant l'alimentation des ombles du lac Grignon et des ombles allopatriques en août, on pouvait constater le fort pourcentage d'organismes terrestres consommés. Quant au patron d'alimentation observé en septembre sur ce même lac, il différait peu de ceux observés en allopatrie bien que les organismes terrestres occupaient encore une part importante de l'alimentation (Figure 3).

De façon générale, le genre Daphnia était de loin le cladocère le plus abondant dans les contenus stomacaux. Les larves de Chaoboridae et les pupes de Culicidae constituaient la majeure partie des organismes planctoniques de grande taille (autres que les cladocères). Pour sa part, le zoobenthos était fortement représenté par les larves d'éphémères dans l'alimentation des ombles. Les hyménoptères et les diptères

représentaient les deux taxons les plus abondants des organismes terrestres. L'ensemble des taxons retrouvés dans les estomacs est présenté à l'annexe 1.

### 3.3 Interactions intraspécifiques

Comparativement aux autres populations allopatriques, le lac Bondi présentait une abondance relative plus importante de juvéniles de l'année, englobant respectivement 60, 71 et 42 % des captures de cette communauté aux campagnes 1, 2 et 3 (Tableau 3). Seul le lac Charme, à la troisième campagne, affichait un résultat similaire (36%). La première campagne était caractérisée par une discrimination des individus en deux groupes, soit un groupe "littoral" et un groupe "pélagique" (Figure 2). Les tailles moyennes des individus des deux groupes ne différaient pas ( $t = 0.89$ ,  $p = 0.374$ ) (Tableau 6) et l'alimentation demeurait similaire (Figure 4).

Dans la deuxième campagne, le faible nombre de captures en zone pélagique a rendu impossible la comparaison entre les deux groupes (Tableau 6). On observait, pour le groupe littoral, une légère augmentation de la consommation d'organismes planctoniques de grande taille et de benthos, alors que la proportion de cladocères dans l'alimentation diminuait (Figure 4). La taille moyenne des ombles différait peu de celle de la première campagne pour le même groupe (Tableau 6).

A la troisième campagne, la distribution spatiale des ombles affichait le même caractère bimodale qu'à la première campagne (Figure 2). De plus, on pouvait observer une ségrégation entre

Tableau 6. Longueurs moyennes des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine provenant des zones littorale et pélagique du lac Bondi, été 1989.

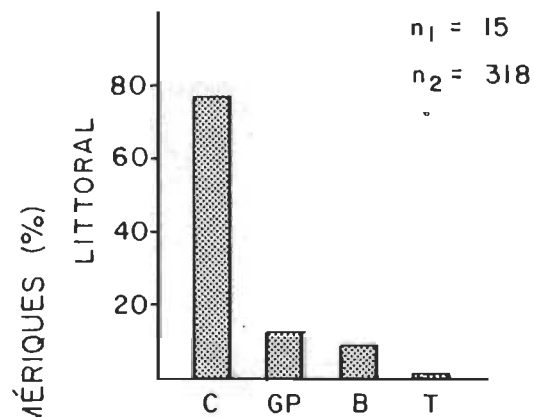
Campagnes	Zones					
	Littorale			Pélagique		
	$\bar{X}$	$\pm 1S$	n	$\bar{X}$	$\pm 1S$	n
Juillet	60.0	3.3	59	60.5	2.5	53
Août	60.9	3.4	29	a	a	a
Septembre	73.4	9.2	41	77.8	5.4	34

a: aucune capture en zone pélagique

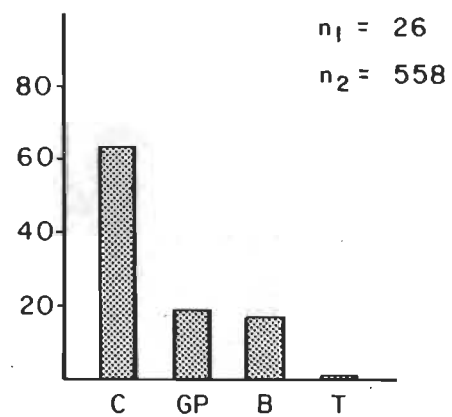
## FIGURE 4

Distribution des fréquences numériques (%) des proies retrouvées dans les contenus stomacaux des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine provenant des groupes littoral et pélagique du lac Bondi, été 1989. Les lettres C, GP, B et T représentent respectivement les cladocères, les organismes planctoniques de grande taille, le benthos et les organismes terrestres.  $n_1$  représente la taille de l'échantillon (nombre d'estomac),  $n_2$ , le nombre total de proies.

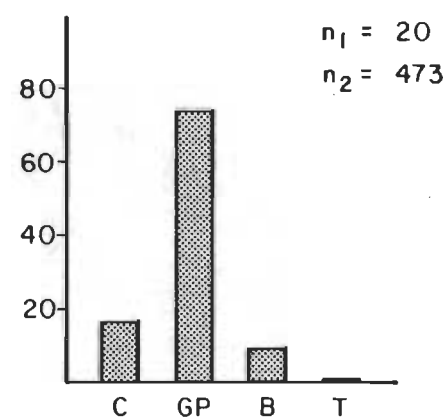
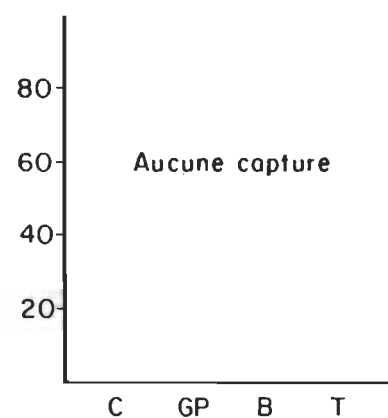
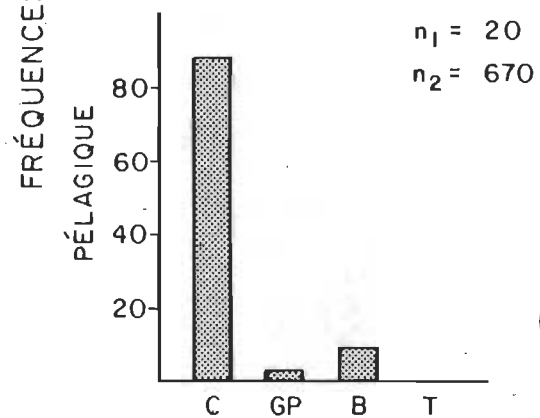
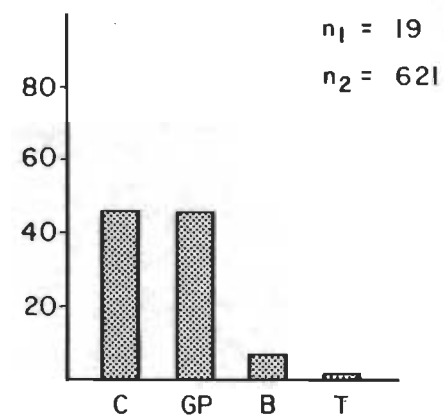
JUILLET



AOÛT



SEPTEMBRE



Types de proies

les deux groupes tant aux niveaux de la croissance (Tableau 6) que de l'alimentation (Figure 4). Au niveau de la croissance, les deux groupes affichaient des tailles moyennes significativement différentes ( $t = 2.57$ ,  $p = 0.012$ ) (Tableau 6). Quant à l'alimentation, on observait pour le groupe littoral une consommation importante de cladocères comparativement à une alimentation principalement basée sur les organismes planctoniques de grande taille chez les individus du groupe pélagique (Figure 4).

Les valeurs de longueurs et de poids utilisées dans le calcul du coefficient de condition (filet à mailles de 15.9 mm seulement) n'affichaient aucune différence significative entre les deux groupes (Tableau 7). Nous avons cependant observé des différences significatives au niveau des coefficients de condition (Tableau 7). Ces différences observées démontraient que le rapport longueur-poids était plus élevé en zone littorale en juillet, et plus faible en septembre. On peut également constater que les valeurs des coefficients de condition des deux groupes enregistraient une baisse de juillet à septembre, baisse qui apparaissait proportionnellement plus importante en zone littorale. On observait de plus que les coefficients de variation des trois paramètres étaient plus élevés en zone littorale qu'en zone pélagique.



Tableau 7. Longueurs, poids et coefficients de condition des juvéniles de l'année (0+) de l'Omble de fontaine capturés au lac Bondi: valeurs moyennes, écarts types, coefficients de variation et taille de l'échantillon des groupes littoral et pélagique, campagnes de juillet et de septembre, été 1989.

Paramètres	Groupes							
	Littoral				Pélagique			
	$\bar{X}$	S	CV	n	$\bar{X}$	S	CV	n
<u>Juillet</u>								
Longueur (mm)	60.017 <sup>a</sup>	3.345	5.57	59	60.509 <sup>a</sup>	2.462	4.07	53
Poids (g)	2.028 <sup>a</sup>	.298	14.70	17	2.190 <sup>a</sup>	.313	14.29	21
Coef. de cond.	5.676 <sup>a</sup>	.505	8.90	17	2.004 <sup>b</sup>	.144	7.19	21
<u>Septembre</u>								
Longueur (mm)	77.533 <sup>a</sup>	6.832	8.81	30	78.469 <sup>a</sup>	4.819	6.14	32
Poids (g)	4.667 <sup>a</sup>	1.597	34.22	20	4.535 <sup>a</sup>	.848	18.70	20
Coef. de cond.	.652 <sup>a</sup>	.050	7.67	20	1.344 <sup>b</sup>	.061	4.54	20

Les moyennes accompagnées d'une lettre différentes sont significativement différentes, tel que déterminé par un test de t ( $p < 0.05$ ).

#### 4. DISCUSSION

##### 4.1 Méthodes de capture

Les trappes à alevins se sont avérées être un moyen de capture inadéquat pour échantillonner l'Ombre de fontaine en lac. L'efficacité de la méthode ne fait pas de doute puisque nous avons capturé des quantités appréciables de Ventres rouges du nord dans la zone littorale peu profonde et bon nombre de Meuniers noirs aux stades larvaire et juvénile. Cependant, pour des raisons difficiles à expliquer, les Ombles de fontaine juvéniles, quoique moins abondants que les autres espèces, semblaient éviter les trappes. Les trois hypothèses qui suivent pourraient expliquer ce phénomène. En premier lieu, il n'est pas exclu que les ombles aient été absents des zones échantillonnées. En effet, l'efficacité des trappes s'avère maximale dans des profondeurs n'excédant pas la hauteur de la trappe, soit en zone littorale peu profonde. Deuxièmement, ces salmonidés, contrairement aux autres espèces capturées, pourraient peut-être mieux percevoir la trappe avec leur ligne latérale et l'éviter. Enfin, la présence d'un nombre appréciable de Ventres rouges du nord emprisonnés à l'intérieur d'une trappe pourrait également inciter les ombles à l'éviter.

Bien qu'on ait démontré que les Ombles de fontaine présentent un phototactisme positif au stade larvaire (Carey 1985, P. Magnan, observations personnelles), l'essai de pièges lumineux ne nous a pas permis d'observer ce comportement au stade juvénile de l'année. Aucun ombre n'a été capturé avec cette méthode. La capture de quelques Ventres rouges du nord laisse

croire que ces poissons pourraient être attirés, non seulement par la lumière, mais aussi par la présence d'invertébrés qui, eux, présentent un phototactisme positif (H. Venne, observations personnelles).

Les filets maillants ont démontré leur grande efficacité par rapport aux autres moyens utilisés. Le plus grand nombre de captures dans les filets perpendiculaires à la rive démontrent que les ombles suivaient un patron de déplacement surtout parallèle à la rive. Bien que ce comportement ait été observé en 1988, il était indispensable d'utiliser en complément les montages de filets parallèles pour couvrir l'ensemble de la colonne d'eau. De cette façon, nous étions en mesure d'obtenir une image représentative de la distribution verticale des ombles.

La grande quantité de Ventres rouges du nord capturés dans les filets maillants nous a permis de constater que les filets multifilaments étaient plus efficaces que ceux monofilaments (mailles de 12.7 mm). Ces derniers présentaient un filament dont le diamètre (0.18 mm) était probablement trop grand par rapport à la grandeur des mailles, conférant un manque de souplesse au filet. À l'opposé, le filet à mailles de 15.9 mm présentait un filament unique de 0.10 mm de diamètre. Ce filet a démontré des performances de capture de beaucoup supérieures à celles des autres types de filets utilisés. La capture de spécimens de plus grande taille, peut-être plus mobiles, pourrait expliquer ces performances. Néanmoins, la grosseur et la souplesse du filament nous apparaît comme étant le principal facteur responsable de cette efficacité. Avec un filament aussi fin, le filet devient quasi invisible dans l'eau et risque moins d'engendrer un effet

de répulsion (effet rideau) tant visuel que par réflexion d'ondes (ligne latérale).

#### 4.2 Impact du Meunier noir sur l'écologie et le comportement des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine.

Il est à noter que la plupart des comparaisons effectuées entre les deux communautés sont basées presque essentiellement sur l'échantillon d'un seul lac sympatrique (Grignon). Ce lac nous apparaît comme atypique des autres lacs de la communauté parce que l'abondance des Ombres de fontaine (0+) était de beaucoup supérieure à l'ensemble des autres lacs (Tableau 3). Il n'est donc pas exclu qu'il soit également atypique en regard des autres paramètres étudiés. Les interprétations devront donc être considérées avec une certaine réserve.

##### 4.2.1 Distribution spatiale

D'une façon globale, on observait une certaine uniformité dans la distribution horizontale des ombres allopatriques à la première campagne d'échantillonnage. Ainsi, les plus fortes densités d'individus étaient retrouvées généralement dans moins de deux mètres d'eau. Pris individuellement par contre, les lacs présentaient une certaine variabilité dans les patrons de distribution des ombres.

Nous avons observé que les ombres capturés dans la deuxième campagne étaient localisés dans des zones inférieures à deux mètres de profondeur. Il semble que la sélectivité des

engins de pêche utilisés (filets à mailles de 12.7 mm) puisse être à l'origine des résultats de distribution spatiale observés. En effet, l'absence de filets à plus grandes mailles nous aurait peut-être conduit à n'échantillonner que les petits spécimens. Néanmoins, les résultats de distribution nous révèlent que très peu de ces spécimens ont été capturés dans des zones excédant deux mètres, laissant supposer que les individus de petite taille seraient davantage confinés à la zone littorale au fur et à mesure que la saison progresse.

A l'exception du lac Charme, l'échantillonnage de la troisième campagne faisait état d'un déplacement des individus vers des zones plus profondes ainsi qu'une plus grande uniformité dans la dispersion des ombles. Les ombles de plus grande taille semblaient utiliser davantage les zones plus profondes. La raison pour laquelle le lac Charme présentait un patron de distribution différent (absence de capture au-delà de deux mètres) est probablement d'ordre technique. En effet, 98.5 % des captures provenaient du filet à mailles de 15.9 mm alors que la profondeur à l'extrémité du filet opposée à la rive n'excédait pas deux mètres de profondeur.

En sympatrie, le faible échantillon de la première campagne ( $n = 5$ ), réparti sur quatre lacs, rend impossible l'interprétation des résultats. Bien que les patrons de distribution des autres campagnes étaient presque essentiellement basés sur les échantillons du lac Grignon, on observait que la distribution des ombles différait peu de celle des populations allopatriques. On semble constater le même biais causé par la sélectivité des filets à la deuxième campagne alors qu'à la troisième campagne,

les distributions des deux communautés nous apparaissent uniformes et comparables.

D'une façon globale, la distribution horizontale des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine n'apparaît pas être limitée aux profondeurs inférieures à 2 m tel que décrit par Wurtsbaugh et al. (1975). La gamme de taille des spécimens étudiés par ces auteurs variait de 30 à 80 mm. Dans notre étude, près de 35 % des spécimens de l'échantillon total ont été capturés dans des zones de plus de 2 m d'eau (jusqu'à un maximum de 7 m). Les résultats de distribution verticale indiquent que les ombles juvéniles étaient surtout associés au substrat puisque la majorité des spécimens étaient capturés à moins de 0.5 m du fond. Les différences observées dans les patrons de distribution verticale entre les populations allopatriques et sympatriques suggèrent un effet du Meunier noir. Ce résultat pourrait être attribué à la plus grande consommation d'organismes terrestres en sympatrie tel que le suggèrent les résultats de l'alimentation. Nous n'excluons pas non plus la possibilité d'une erreur de type I ( $\alpha$ ) étant donné la disparité dans la taille des échantillons.

#### 4.2.2 Croissance

Il semble que la présence du Meunier noir n'a pas d'effet sur la croissance des ombles juvéniles de l'année (0+) puisqu'aucun retard de croissance n'a été constaté en sympatrie (lac Grignon). L'utilisation des filets à petites mailles (12.7 mm) dans les trois campagnes d'échantillonnage aurait dû

nous permettre d'observer un retard dans la croissance si tel avait été le cas. Ainsi, les ombles, moins nombreux en sympatrie, auraient une croissance comparable à celle des ombles allopatriques.

Les résultats de croissance dans la communauté allopatrique démontrent une variabilité inter-lacs. Bien que les analyses tendent à démontrer que le lac Charme se distinguait par une taille moyenne inférieure de l'ordre de 1.1 à 2.4 mm par rapport aux trois autres lacs à la première campagne, il semble que ce ne soit que le résultat d'un biais causé par les délais d'échantillonnage. En effet, une extrapolation de la croissance à partir des données de juillet et septembre permet de supposer qu'en juillet, les tailles des ombles des quatre lacs ne différaient pas, alors qu'en septembre, on observait une nette démarcation entre les tailles des ombles des lacs Charme et Diablos par rapport aux lacs Bondi et Vautour (Figure 5). Les données du mois d'août n'ont pu être utilisées pour extrapoler la croissance en raison de la faible taille des échantillons résultant de la sélectivité des engins de pêche (filets à mailles de 12.7 mm). Ces résultats suggèrent qu'en juillet, les différences observées seraient dues à un délai d'échantillonnage alors qu'en septembre, il s'agirait de différences écologiques.

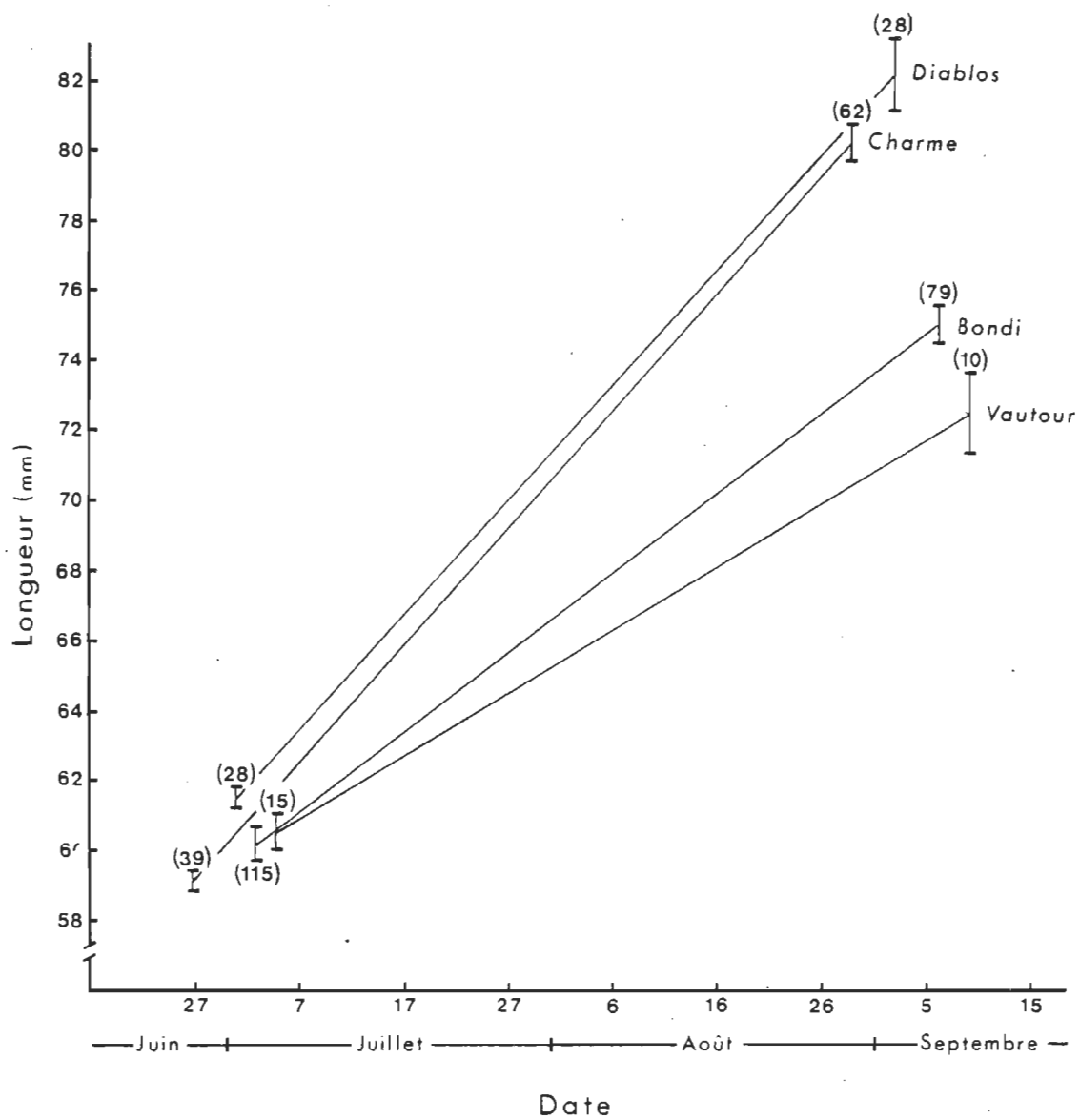
#### 4.2.3 Alimentation

Les résultats de l'analyse des contenus stomacaux dans la première campagne démontrent une certaine variabilité entre les populations allopatriques. Il ressort de ces observations que les

## FIGURE 5

Extrapolation de la croissance des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine de la communauté allopatrique (Ombles de fontaine seulement) à partir des données de juillet et septembre, été 1989. Les valeurs entre parenthèses expriment la taille de l'échantillon alors que les traits verticaux représentent l'erreur type.





ombles des lacs Bondi et Vautour affichaient les plus fortes consommations de cladocères au début de la saison et étaient caractérisés par des taux de croissance significativement plus faibles. Aucune interprétation valable ne peut être tirée de la deuxième campagne à cause du faible échantillon. Les résultats de la troisième campagne, à l'exception du lac Vautour ( $n = 6$ ), faisaient état d'une forte consommation d'organismes planctoniques de grande taille. A cet effet, Tremblay (1987) fait mention d'une forte prédation des ombles adultes sur Chaoborus spp. La plus grande proportion d'organismes planctoniques de grande taille dans l'alimentation des juvéniles de l'année pourrait s'expliquer ainsi: 1) la ressource peut être plus abondante, 2) la plus grande taille des ombles contribue à l'accessibilité de plus grosses proies, et 3) la diminution de l'abondance de la ressource benthique au cours de la saison (Laughlin et Werner 1980, Keast 1970, Seaburg et Moyle 1964) favorise un changement de la diète. Bien que toutes ces hypothèses soient plausibles, la plus forte consommation de ces organismes peut aussi résulter d'un choix alimentaire. Ces organismes, représentés principalement par des pupes de diptère et des larves de Chaoboridae, pourraient procurer des avantages sur le plan énergétique parce que: 1) comparativement aux ombles adultes, ils constituent des proies de taille relativement grande pour les juvéniles de l'année, 2) ce type de proie est capturé dans la colonne d'eau et requiert moins d'énergie que la capture des proies benthiques (bouche en position terminale chez les ombles), et 3) leur digestion est probablement facilitée par l'absence de cuticule (corps mou).

En sympatrie (lac Grignon), on observait que l'alimentation, à la deuxième campagne, était partagée entre les cladocères, le benthos et les organismes terrestres. On peut présumer qu'à cette période de l'été, la diminution de la ressource benthique obligeait les ombles à compenser par d'autres groupes taxonomiques (Tremblay et Magnan 1991). Bien que les cladocères constituaient une part importante de l'alimentation, on peut noter que la consommation d'organismes terrestres, c'est-à-dire allochtones au milieu, prenait des proportions importantes par rapport à la communauté allopatrique. Lapointe et Magnan (en préparation) ont observé le même phénomène chez le stade adulte de l'Ombre de fontaine dans une communauté complexe contenant plusieurs espèces potentiellement compétitrices.

A la troisième campagne, les organismes planctoniques de grande taille constituaient la ressource la plus utilisée, comme dans les lacs allopatriques. Cependant, la consommation d'organismes terrestres semblait toujours compenser la proportion moins forte des autres grosses proies (benthos et organismes planctoniques de grande taille). Le déplacement de la niche alimentaire des ombles adultes observé par Tremblay et Magnan (1991) laisse présumer que les ombles sympatriques utiliseraient la ressource que représente les organismes terrestres pour compenser l'effet de la compétition avec le meunier pour le zoobenthos. En allopatrie, où on présume que l'apport d'organismes terrestres (allochtones) est comparable aux lacs sympatriques, la très faible proportion de ce type de proies dans l'alimentation pourrait refléter soit un choix alimentaire, soit une distribution différente des ombles. L'absence de données

sur la disponibilité et la distribution de la ressource nous empêche de déterminer lequel des deux facteurs conditionne l'autre.

#### 4.2.4 Interactions interspécifiques

Nous avons orienté ce projet en émettant les hypothèses que 1) l'abondance relative des juvéniles de l'année serait la même dans les deux types de communauté au début de la saison, et 2) que la compétition alimentaire dans le premier été entraînerait un ralentissement dans la croissance pouvant augmenter la mortalité hivernale (Ross 1986, Rose 1986). Les résultats d'abondance relative des ombles nous démontrent que nos hypothèses s'avéraient inexactes. En effet, dès le début de la saison, les différences d'abondance entre les deux communautés étaient marquées. En raison de la sélectivité des engins de pêche, une croissance plus faible des ombles sympatriques aurait pu expliquer ces observations du début de saison. Toutefois, aucun retard de croissance n'a été perçu et les différences d'abondance relative se sont maintenues tout au long de l'été. Tout comme Tremblay et Magnan (1991), nous ne pouvons que constater que l'impact majeur de la compétition se situe à un autre niveau du cycle vital des Ombles de fontaine. Quoique les Meuniers noirs aient un impact sur les juvéniles de l'année (les différences dans l'alimentation et la distribution verticale sont des indices d'un changement de comportement des ombles en présence du Meunier noir), le goulot d'étranglement suggéré par Tremblay et Magnan (1991) serait, selon toute évidence, situé à

un niveau antérieur du cycle vital de l'espèce. L'impact majeur de la compétition pourrait être attribué à différents types d'interactions se situant à trois niveaux du cycle vital, soit au stade larvaire, au stade de l'oeuf ou encore au niveau de la fécondité chez les adultes.

La littérature fait état de hauts taux de mortalité au stade larvaire (Grant et Noakes 1987, Power 1980, Latta 1962, Shetter 1961). Il semble que l'insuffisance nutritionnelle, même sur une courte période, soit la principale cause de la mortalité (Gardiner et Geddes 1980). En rivière, les larves d'Ombre de fontaine et de Truite brune (Salmo trutta) âgées de seulement quelques semaines sélectionneraient déjà les invertébrés benthiques et terrestres dans leur alimentation (Williams 1981, Fahy 1980). En lac, Wurtsbaugh et al. (1975) ont observé au mois de mai, que les Ombles de fontaine de moins de 30 mm de longueur avaient une diète alimentaire composée, en poids, de 52.8 % d'organismes benthiques. Si on suppose que les besoins énergétiques du stade larvaire constituent un goulot d'étranglement dans le recrutement, l'effet d'un compétiteur, à ce moment critique du cycle vital, pourrait faire augmenter le taux de mortalité. Selon Tremblay (1987), le Meunier noir adulte n'exerce aucune sélection de taille sur les organismes benthiques. De cette façon, le Meunier noir compétitionne avec toute autre espèce s'alimentant de benthos. Il est donc plausible que les larves de l'Ombre de fontaine aient accès à une ressource benthique réduite en présence du Meunier noir.

Dans les milieux étudiés, l'hypothèse d'une prédation sur les larves apparaît peu plausible, faute de prédateur. Bien que

le cannibalisme ait été observé chez certains salmonidés (Riget et al. 1986), il appert que ce comportement résulte de conditions particulières et de cas isolés. Dans le système étudié, la prédation des oeufs apparaît possible compte tenu de la morphologie (bouche infère) et du comportement alimentaire du prédateur potentiel, le Meunier noir. Cette hypothèse reste toutefois à être vérifiée.

La dernière hypothèse concerne la production d'oeufs elle-même. Il semble que la fécondité ne diffère pas entre les communautés allopatriques et sympatriques (Magnan, en préparation). On sait de plus que l'abondance relative des adultes est moins importante en sympatrie (Magnan, en préparation). On peut donc présumer que la production d'oeufs est plus faible dans les lacs sympatriques. Le recrutement ainsi affecté, pourrait expliquer les différences d'abondance relative observées chez les juvéniles de l'année. Cette hypothèse n'est toutefois valable que dans la mesure où les sites de frai ne constituent pas un facteur limitant au recrutement. Dans cette éventualité, il reste à démontrer que les populations sympatriques d'Ombre de fontaine ne parviennent pas à saturer le site de frai.

Nous sommes à même de constater que l'introduction du Meunier noir, par le biais de la pêche sportive (poisson appât), a entraîné des conséquences majeures sur les populations d'Ombles de fontaine. Les différences de biomasse et d'abondance relative observées tant chez les adultes que chez les juvéniles de l'année sont les conséquences d'un impact dont nous ignorons actuellement la cause. Les hypothèses émises, quant à l'existence

d'un goulot d'étranglement, pourraient, à elles seules, expliquer ces observations. La possibilité que tous ces facteurs agissent de concert et créent une forme de synergisme apparaît aussi comme une hypothèse valable.

#### 4.3 Interactions intraspécifiques

La discrimination observée entre les groupes littoral et pélagique au lac Bondi pourrait résulter de la grande abondance de spécimens observée. D'une façon globale on observait, à l'exception de la deuxième campagne, une ségrégation des groupes littoral et pélagique sur le plan spatial. On pouvait noter, chez les deux groupes, une augmentation de la consommation de plus grosses proies, avec une augmentation de la taille moyenne des ombles. Toutefois, la divergence de croissance entre les deux groupes semblait faire état d'une divergence sur le plan alimentaire, où le groupe pélagique consommait, dans une plus grande proportion, des organismes de grande taille.

Au niveau de la distribution spatiale, on constatait une nette démarcation entre les deux groupes aux campagnes 1 et 3. La sélectivité des engins de pêche expliquerait les variations dans les résultats obtenus entre les trois campagnes. En effet, il semble que l'utilisation des filets à mailles de 12.7 mm dans la première campagne ait permis d'obtenir un échantillon représentatif de la population de juvéniles de l'année en raison de la petite taille de tous les individus. Cependant, dans la deuxième campagne, il est possible que la divergence de croissance entre les deux groupes, couplée à la sélectivité des



filets (12.7 mm) ait permis de ne récolter que les petits ombles, localisés dans la zone littorale. En effet, très peu de spécimens ont été capturés au-delà de 2 m de profondeur. L'utilisation du filet à mailles de 15.9 mm, à la troisième campagne, vient corroborer cette hypothèse puisque, d'une part, on retrouve à nouveau les deux modes de distribution observés à la première campagne et, d'autre part, la majorité des spécimens capturés dans les filets à mailles de 12.7 mm provenait de la zone littorale (moins de 2 m de profondeur).

Les résultats d'alimentation pourraient être la conséquence de la séparation des deux groupes sur le plan spatial. Selon Schoener (1974), le partage des ressources observé en nature est le plus souvent rapporté sur l'axe "espace" suivi de l'axe "alimentation" suivi de l'axe "temporel". Il n'en demeure pas moins que nous avons observé une relation entre la croissance des ombles et la taille des proies consommées.

En se basant sur l'hypothèse qu'à l'intérieur d'une certaine limite, un poisson plus pesant pour une longueur donnée, est en meilleure condition (Bagenal et Tesch 1978), l'analyse des coefficients de condition nous a révélé que les ombles littoraux, à la première campagne, étaient en meilleure condition que les ombles pélagiques. Toutefois, la baisse importante du rapport poids-longueur à la troisième campagne rend compte d'une diminution importante de leur condition. A l'opposé, les ombles du groupe pélagique affichaient une certaine stabilité dans leurs coefficients de condition d'une campagne à l'autre. Ces résultats, appuyés des différences observées dans les coefficients de variation des paramètres longueur, poids et



coefficient de condition, font état d'une plus grande variabilité des conditions biotiques et/ou abiotiques dans la zone littorale. Les résultats d'alimentation de la troisième campagne suggèrent aussi une plus grande variabilité dans la zone littorale. Toute cette interprétation repose sur le postulat qu'il n'y a pas de mélange entre les individus des groupes littoral et pélagique. La répartition des ressources espace et alimentation observée entre les deux groupes pourrait être expliquée par les différentes hypothèses qui suivent.

La première hypothèse repose sur l'étude de Keast et McA Eadie (1985) portant sur une population d'Achigans à grande bouche (Micropterus salmoides) d'âge 0. Bien qu'ils n'expliquent pas la différence de taille initiale observée entre deux groupes de la même cohorte, ces auteurs ont constaté une divergence de croissance entraînant un partage de la ressource en fonction de la taille des proies. Alors que les coefficients de condition du groupe des "petits achigans" demeuraient les mêmes au cours de la saison, ceux du groupe des "grands achigans" augmentaient. De plus, au début de l'été, les "petits achigans" affichaient un coefficient plus élevé que les "grands" alors que c'était l'inverse qui se produisait à la fin de la saison. Les auteurs ont émis l'hypothèse que certains individus, à une période donnée, pourraient allouer plus d'énergie dans la croissance en longueur au détriment d'un gain en poids. Ces mêmes individus, affichant un coefficient de condition réduit, pourraient ainsi atteindre une plus grande taille, plus rapidement. Comme la taille, et non le poids, conditionne la grandeur de la bouche et, par conséquent l'accessibilité à des proies plus grosses, les

individus plus grands pourraient bénéficier d'une diète dont le rendement énergétique est meilleur et récupérer rapidement le poids nécessaire pour rétablir un bon rapport poids-longueur avant la fin de la saison. Toujours selon ces auteurs, un éventuel désavantage d'une telle stratégie serait l'arrivée précoce de l'automne. Dans cette éventualité, les "grands" poissons seraient incapables de rétablir leur condition avant l'arrivée de l'hiver, affectant ainsi leur survie. Dans le cas contraire, une telle stratégie pourrait procurer des avantages au niveau de la taille des proies consommables et de la croissance.

Bien que nos résultats diffèrent de ceux de Keast et McA Eadie (1985), ils ne contredisent pas l'hypothèse énoncée par ces auteurs. Nous observons un coefficient de condition plus élevé au sein du groupe littoral dans la première campagne. Or, cet avantage semble diminuer au cours de la saison avec une diminution importante du coefficient de condition. Une compétition plus intense en zone littorale pourrait expliquer d'une part, la plus grande variabilité des paramètres observés au sein du groupe et, d'autre part, la réduction de la condition générale des poissons. L'avantage réel semble être attribué, à plus long terme, au groupe pélagique qui conserve une certaine stabilité dans sa condition tout au long de l'été. En septembre, les résultats d'alimentation de ce dernier groupe, caractérisée par une plus grande consommation d'organismes de grande taille, suggèrent que cette stabilité pourrait être avantageuse en fin de saison. De plus, on peut présumer que la divergence entre les deux groupes continuerait d'augmenter au cours de l'automne.

Keast et McA Eadie (1985) ont observé des différences initiales entre les tailles moyennes et les coefficients de condition des deux groupes d'achigans. Certaines hypothèses attribuent ce phénomène aux facteurs suivant: une ponte ponctuée d'interruptions, des interactions sociales, le sexe des individus, la génétique, l'influence parentale ou encore la diète alimentaire. Nos résultats, faisant état de différences initiales dans la distribution spatiale et le coefficient de condition en juillet, nous permettent toutefois de rejeter les hypothèses concernant la ponte, l'influence parentale et la diète alimentaire parce que 1) la taille moyenne entre les deux groupes n'était pas différente en juin (même cohorte), 2) l'espèce est reconnue pour n'apporter aucun soin parental après la ponte, et 3) l'alimentation des deux groupes était essentiellement la même au début de la saison. A l'opposé, les hypothèses concernant les interactions sociales et les différences attribuables au sexe ne peuvent être rejetées parce que 1) il n'est pas exclu que les ombles juvéniles puissent démontrer un comportement d'agression envers leur congénères, et 2) la détermination du sexe des spécimens au stade étudié s'avère ardue et n'a pas été effectuée dans cette étude. Reste la question génétique qui, chez l'Ombre chevalier (Salvelinus alpinus), semble expliquer une part de la ségrégation de groupes à l'intérieur d'un même lac (Hindar et Jonsson 1982). Une analyse de covariance sur 21 caractères morphologiques provenant de spécimens de la troisième campagne (filet à mailles de 15.9 mm) n'a pas permis de discriminer les deux groupes sur le plan morphométrique (J.F. Duchesne et P. Magnan, communication personnelle). Cependant, il n'est pas

exclu que les spécimens, de taille trop petite pour présenter des différences détectables dans le premier été, puissent démontrer une ségrégation d'ordre génétique (phénotypique ou génotypique). Ainsi, une même cohorte pourrait être constituée de deux groupes d'individus de formes morphologiques (angl.: morph) distinctes. La discrimination entre les deux groupes serait conditionnée à la base par des différences génétiques, pouvant être le fruit d'interactions intraspécifiques au cours du processus évolutif. La première saison de croissance ne permettrait ainsi que de discriminer les deux groupes sur une base essentiellement comportementale.

Nous croyons que l'importance des résultats obtenus justifie la poursuite d'une étude plus approfondie. Cette étude devra tenir compte des différentes classes d'âge de la population. L'étude devra avoir comme objectifs de 1) vérifier si la mortalité hivernale affecte particulièrement un groupe, 2) confirmer la continuité de la discrimination observée entre les deux groupes après la première année, et 3) d'examiner la possibilité que des différences morphologiques puissent permettre de discriminer les individus de plus d'un an.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bagenal, T.G. et E. Braum. 1978. Eggs and early life history. p. 165-201. Dans T.G. Bagenal [éd.] Methods for assessments of fish production in fresh waters. Blackwell Sci. Publ., Oxford, 365p.
- Bagenal, T.G. et F.W. Tesch. 1978. Age and growth. p. 101-136. Dans T.G. Bagenal [éd.] Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Sci. Publ., Oxford. 365p.
- Balon, E.K. 1975. Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. J. Fish. Res. Bd. Can. 32:821-864.
- 1975b. Terminology of intervals in fish developement. J. Fish. Res. Bd. Can. 32(9):1663-1670.
- 1979. The theory of saltation and its application in the ontology of fishes: steps and thresholds. Env. Biol. Fish. 4:97-101.
- Bohlin, T., S. Hamrin, T.G. Heggberget, G. Rasmussen et S.J. Saltveit. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. Hydrobiologia 173: 9-43.
- Carey, W.E. 1985. Comparative ontogeny of photobehavioural responses of charrs (Salvelinus species). Env. Biol. Fish. 12(3):189-200.
- Carline, R.F. 1977. Production by three populations of wild brook trout with emphasis on influence of recruitment rates. U.S. Fish. Bull. 75:751-765.
- Corbett, B. et P.M. Powles. 1983. Spawning and early-life ecological phases of the white sucker in Jack Lake, Ontario. Trans. Am. Fish. Soc. 112(2B):308-313.

- Diamond, J. 1986. Overview: laboratory experiments, field experiments, and natural experiments. p. 3-22. Dans J.D. Diamond et T.J. Case. Community ecology. Harper & Row, New York.
- Faber, D.J. 1981. A light trap to sample littoral and limnetic regions of lakes. Verh. Int. Ver. Limnol. 21:776-781.
- 1982. Fish larvae caught by a light-trap at littoral sites in Lac Heney, Québec, 1979 and 1980. 5th Ann. Larval Fish Conf. La. Coop. Fish. Res. Unit. Louisiana State Univ., Baton Rouge, LA, Edited by F. Bryan. pp. 42-46.
- 1984. The early development of the northern redbelly dace, Phoxinus eos (Cope). Can. J. Zool. 63: 1724-1729.
- Fahy, E. 1980. Prey selection by young trout fry (Salmo trutta). J. Zool. Lond. 190: 27-37.
- Floyd, K.B., W.H. Courtenay et R.D. Hoyt. 1984a. A new larval fish light trap: A quatrefoil trap. Prog. Fish. Cult. 46(3):216-218.
- Floyd, K.B., R.D. Hoyt et S. Timbrook. 1984b. Chronology of appearance and habitat partitioning by stream larval fishes. Trans. Am. Fish. Soc. 113: 217-223.
- Gardiner, W.R. et P. Geddes. 1980. The influence of body composition on the survival of the juvenile salmon. Hydrobiologia 69; 67-72.
- Grant, J.W.A. et D.L.G. Noakes. 1987. Escape behaviour and use of cover by young-of-the-year brook trout, Salvelinus fontinalis. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44(8):1390-1396.
- 1988. Aggressiveness and foraging mode of young-of-the-year brook charr, Salvelinus fontinalis. Behav. Ecol.



Sociobiol. 22: 435-445.

Hindar, K. et B. Jonsson. 1982. Habitat and food segregation of dwarf and normal arctic charr (Salvelinus alpinus) from Vangsvatnet Lake, western Norway. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 1030-1045.

Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. J. Fish. Biol. 17: 411-429.

Keading, L.R. et D.B. Osmundson. 1988. Interaction of slow growth and increased early-life mortality: an hypothesis on the decline of Colorado squawfish in the upstream regions of its historic range. Env. Biol. Fish. 22: 287-298.

Keast, A. 1970. Food specializations and bioenergetic interrelations in the fish fauna of some small Ontario waterways. Dans J.H. Steele [éd.] Marine food chains. Oliver and Boyd, Edinburg

Keast, A. 1978. Trophic and spatial interrelationships in the fish species of an Ontario temperate lake. Env. Biol. Fish. 3:7-31.

Keast, A et J. McA. Eadie. 1985. Growth depensation in year-0 largemouth bass: the influence of diet. Trans. Am. Fish. Soc. 114:204-213.

Latta, W.C. 1962. Periodicity of mortality of brook trout during first summer of life. Trans. Am. Fish. Soc. 91: 408-411.

Laughlin, D.R. et E.E. Werner. 1980. Resource partitioning in two coexisting sunfish: pumpkinseed (Lepomis gibbosus) and northern longear sunfish (Lepomis megalotis peltastes). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37:1411-1420.

- Magnan, P. 1988. Interactions between brook charr, Salvelinus fontinalis, and nonsalmonid species: ecological shift, morphological shift, and their impact on zooplankton communities. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46: 999-1009.
- Magnan, P. et G.J. FitzGerald. 1982. Resource partitioning between brook trout (Salvelinus fontinalis Mitchill) and creek chub (Semotilus atromaculatus Mitchill) in selected oligotrophic lakes of southern Québec. Can. J. Zool. 60: 1612-1617.
- 1984. Mechanisms responsible for the niche shift of brook charr, Salvelinus fontinalis Mitchill, when living sympatrically with creek chub, Semotilus atromaculatus Mitchill. Can. J. Zool. 62:1548-1555
- Mark, W., R. Hofer et W. Wieser. 1987. Diet spectra and resource partitioning in the larvae and juveniles of three species and six cohorts of cyprinids from a subalpine lake. Oecologia 71:388-396.
- McNicol, R.E. et D.L.G. Noakes. 1984. Environmental influences on territoriality of juvenile brook trout, Salvelinus fontinalis, in a stream environment. Env. Biol. Fish. 10(1-2):29-42.
- McNicol, R.E., E. Scherer et E.J. Murkin. 1985. Quantitative field investigations of feeding and territorial behaviour of young-of-the-year brook charr, Salvelinus fontinalis. Env. Biol. Fish. 12(3):219-230.
- Mittelbach, G.G. 1984. Predation and resource partitioning in two sunfishes (Centrarchidae). Ecology 65:499-513.
- Muth, R.T. et C.M. Haynes. 1984. Plexiglass light-trap for collecting small fishes in low velocity riverine habitats.



Progr. Fish. Cult. 46: 59-61.

Naud, M. et P. Magnan. 1988. Diel onshore-offshore migrations in northern redbelly dace, Phoxinus eos (Cope), in relation to prey distribution in a small oligotrophic lake. Can. J. Zool. 66(6): 1249-1253.

Osenberg, C.W., E.E. Werner, G.G. Mittelbach et D.J. Hall. 1988. Growth patterns in bluegill (Lepomis macrochirus) and pumpkinseed (L. gibbosus) sunfish: Environmental variation and the importance of ontogenic niche shifts. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 17-26.

Persson, L. 1987. The effects of resource availability and distribution on size class interaction in perch, Perca fluviatilis. Oikos 48 : 148-160.

----- 1987. Effects of habitats and season on competitive interactions between roach (Rutilus rutilus) and Perch (Perch fluviatilis). Oecologia 73: 170-177.

Power, G. 1980. The brook charr, Salvelinus fontinalis, p. 141-203. Dans E.K. Balon [éd.] Charrs: Salmonid fishes of the genus Salvelinus. The Hague, Junk.

Riget, E.F., K.H. Nygaard et B. Christensen. 1986. Population structure, ecological segregation, and reproduction in a population of Arctic char (Salvelinus alpinus) from Lake Tasersuaq, Greenland. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 985-992.

Rose, G.A. 1986. Growth decline in subyearling brook trout (Salvelinus fontinalis) after emergence of rainbow trout trout (Salmo gairdneri). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 187-193.

- Ross, S.T. 1986. Resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies. *Copeia* (2):352-388.
- Sandlund, O.T., H.J. Malmquist, B. Jonsson, S. Skulason. SS. Snorrason, P.M. Jonasson, R. Gydemo et T. Lindem. 1988. Density, length distribution, and diet of age-0 arctic char, Salvelinus alpinus, in the surf zone of Thingvallavatn, Iceland. *Env. Biol. Fish.* 23: 183-196.
- Schlosser, I.J. 1987. The role of predation in age- and size-related habitat use by stream fishes. *Ecology* 68: 651-659.
- Schoener, T.W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science* 185: 27-39.
- 1982. The controversy over interspecific competition. *Am. Nat.* 70: 586-595.
- Scott, W.B. et E.J. Crossman. 1974. Poissons d'eau douce du Canada. Office Rech. Pêch. Can. Bull. no. 184.
- Seaburg, K.G. et J.B. Moyle. 1964. Feeding habits, digestion rates, and growth of some Minnesota warm water fishes. *Trans. Am. Fish. Soc.* 93: 269-285.
- Shetter, D.S. 1961. Survival of brook trout from egg to fingerling stage in two Michigan trout streams. *Trans. Am. Fish. Soc.* 90: 252-258.
- Sokal, R.R. et F.J. Rohlf. 1981. Biometry. 2e éd. W.H. Freeman and Co., San Francisco.
- Tremblay, S. 1987. Impact du Meunier noir (Catostomus commersoni Lacépède) sur les populations d'Ombles de fontaine (Salvelinus fontinalis Mitchill): Dynamique des interactions entre deux espèces taxonomiquement distantes. Thèse de maîtrise, Univ. du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières

(Qué.). 62p.

- Tremblay, S et P. Magnan. 1991. Interactions between two distantly related species ; brook charr, Salvelinus fontinalis, and white sucker, Catostomus commersoni. Can. J. Fish. Aquat. Sci. (sous presse).
- Wallace, R.K. Jr. 1981. An assessment of diet-overlap indexes. Trans. Am. Fish. Soc. 110 : 72-76.
- Walsh, G. et G.J. FitzGerald. 1984. Biaisi inhérents à l'analyse de l'alimentation des poissons. Cas de trois espèces d'épinoches (Gasterosteidae). Nat. Can. 111:193-202.
- Werner, E.E. 1986. Species interactions in freshwater fish communities, p. 344-358. Dans J.D. Diamond et T.J. Case. Community ecology. Harper & Row, New York.
- Williams, D.D. 1981. The first diets of postemergent brook trout (Salvelinus fontinalis) and atlantic salmon (Salmo salar) alevins in a Quebec river. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 765-771.
- Wilson, D.S. 1975. The adequacy of body size as a niche difference. Am. Nat. 109:769-784.
- Wurtsbaugh, W.A., R.W. Brocksen et C.R. Goldman. 1975. Food and distribution of underyearling brook and rainbow trout in Castle Lake, California. Trans. Am. Fish. Soc. 104(1):88-95.

Annexe 1. Régressions longueur-largeur de la capsule céphalique et valeurs moyennes utilisées pour remplacer les valeurs manquantes de longueur des différents taxons (proies) retrouvés dans les estomacs. Taxon et provenance (famille, ordre, etc) de la régression et/ou de la moyenne. Les nombres exprimés en exposant correspondent à l'équation de régression au bas du tableau.

Taxon	Provenance	
	Régression	Moyenne
Baetidae (L)	Baetidae <sup>1</sup>	Baetidae
Siphonuridae (L)	Siphonuridae <sup>2</sup>	Siphonuridae
Ephemer. (autres)		
- Caenidae (L)	Ephemer. (autres) <sup>3</sup>	---
- Ephemeridae (L)	Ephemer. (autres) <sup>3</sup>	Ephemeridae
- Heptageniidae (L)	Ephemer. (autres) <sup>3</sup>	---
- Ephemer. (L)	Ephemer. (autres) <sup>3</sup>	Ephemer. (L)
Chaoboridae (L)	Chaoboridae <sup>4</sup>	Chaoboridae
Diptère (L)		
- Ceratopogonidae (L)	Diptère (L) <sup>5</sup>	---
- Chironomidae (L)	Diptère (L) <sup>5</sup>	Chironomidae
Diptère (P)		
- Ceratopogonidae (P)	Diptère (P) <sup>6</sup>	---
- Diptère (autres)	Diptère (P) <sup>6</sup>	Diptère (P)
Hémiptère		
- Corixidae	Hémiptère <sup>7</sup>	Hémiptère
- Bellostomatidae	Hémiptère <sup>7</sup>	---
- Hebriidae	Hémiptère <sup>7</sup>	---
- Hémiptère (autres)	Hémiptère <sup>7</sup>	---
Odonate		
- Coenagrionidae (L)	Odonate <sup>8</sup>	Coenagrionidae
- Libellulidae (L)	Odonate <sup>8</sup>	---
- Aeshnidae (L)	Odonate <sup>8</sup>	Aeshnidae
- Odonate (autres)	Odonate <sup>8</sup>	Odonate
Trichoptère		
- Hydroptilidae (L)	Trichoptère <sup>9</sup>	---
- Phryganeidae (L)	Trichoptère <sup>9</sup>	---
- Trichoptère (L)	Trichoptère <sup>9</sup>	Trichoptère (L)
- Trichoptère (P)	Trichoptère <sup>9</sup>	---

## Annexe 1. (suite)

Taxon	Provenance	
	Régression	Moyenne
Terrestre		
- Hyménoptère	Terrestre <sup>10</sup>	Hyménoptère
- Braconidae	Terrestre <sup>10</sup>	---
- Formicidae	Terrestre <sup>10</sup>	---
- Ephéméroptère	Terrestre <sup>10</sup>	---
- Ephemerellidae	Terrestre <sup>10</sup>	Ephemerellidae
- Diptère	Terrestre <sup>10</sup>	Diptère
- Culicidae	Terrestre <sup>10</sup>	Culicidae
- Coléoptère	Terrestre <sup>10</sup>	Coléoptère
- Trichoptère	Terrestre <sup>10</sup>	---
- Gerridae	Terrestre <sup>10</sup>	---
- Veliidae	Terrestre <sup>10</sup>	Veliidae
- Arachnida	Terrestre <sup>10</sup>	---
1: Baetidae	$y = 5.584x + (-.47)$	$r^2 = .87$ $p < .0001$ $n = 106$
2: Siphonuridae	$y = 4.626x + .487$	$r^2 = .69$ $p < .0001$ $n = 35$
3: Ephem. (autr)	$y = 6.921x + (-2.396)$	$r^2 = .83$ $p < .0001$ $n = 16$
4: Chaoboridae (L)	$y = 8.689x + 2.175$	$r^2 = .47$ $p < .0001$ $n = 133$
5: Diptère (L)	$y = 8.177x + 1.668$	$r^2 = .61$ $p < .0001$ $n = 160$
6: Diptère (P)	$y = 4.862x + .958$	$r^2 = .53$ $p < .0001$ $n = 29$
7: Hémiptère	$y = 3.974x + (-1.190)$	$r^2 = .51$ $p < .0001$ $n = 44$
8: Odonate	$y = 3.200x + .632$	$r^2 = .77$ $p < .0001$ $n = 41$
9: Trichoptère	$y = 5.544x + 1.793$	$r^2 = .59$ $p < .006$ $n = 11$
10: Terrestre	$y = 3.727x + .959$	$r^2 = .47$ $p < .0001$ $n = 55$

Annexe 2. Distribution verticale des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine dans les communautés allopatrique et sympatrique, été 1989. Résultats détaillés par campagne pour chaque lac.

Communautés (lacs)	Classes de profondeur (m)			
	0 - .5	.5 - 1	1 - 1.5	1.5 - 2

Juillet

Allopatrique<sup>a</sup>

Bondi	56	10	5	4
Diablos	11	3	1	0
Charme	33	2	0	0
Osborn	0	0	0	0
Vautour	5	1	2	0

Sympatrique

Grignon	1	0	0	0
Joe	0	0	0	0
Sans-Nom	0	0	0	0
Sauterelle	1	0	0	0
Vert	0	0	0	0

AOût

Allopatrique

Bondi	10	2	4	8
Diablos	2	0	0	0
Charme	4	0	0	0
Osborn	0	0	0	0
Vautour	4	0	0	0

Sympatrique

Grignon	16	5	4	0
Joe	0	0	0	0
Sans-Nom	0	0	0	0
Sauterelle	0	0	0	0
Vert	0	0	0	0

a: allopatrique: lacs à Ombre de fontaine; sympatrique: lacs à Ombre de fontaine et Meunier noir.

## Annexe 2. (suite)

-----  
Communautés (lacs)

## Classes de profondeur (m)

-----  
0 - .5      .5 - 1      1 - 1.5      1.5 - 2  
-----SeptembreAllopatrique<sup>a</sup>

Bondi	58	4	2	0
Diablos	22	2	0	0
Charne	55	3	1	0
Osborn	2	1	0	0
Vautour	9	0	0	0

Sympatrique

Grignon	12	4	5	0
Joe	0	0	0	0
Sans-Nom	2	0	0	0
Sauterelle	0	0	0	0
Vert	0	0	0	0

-----  
a: allopatrique: lacs à Omble de fontaine; sympatrique: lacs à Omble de fontaine et Meunier noir.

Annexe 3. Régressions longueur-poids (spécimens fixés au formol 10 %) utilisées pour calculer le coefficient de condition des juvéniles de l'année (0+) de l'Ombre de fontaine, lac Bondi, été 1989.

	Littoral				Pélagique			
	b	S.E.	p	r <sup>2</sup>	b	S.E.	p	r <sup>2</sup>
Juillet	2.024	.405	.0002	.62	2.616	.377	.0000	.72
Septembre	3.199	.187	.0000	.94	2.833	.175	.0000	.94